A Class-book of Physics. Pt. II.
(Heat.)

by

H E Hadley & R Gregory

طبیعیات حصۂ دوم (حرارت)

ترجمہ

پروفیسر چودھری برکت علی ، بی - ایس سی -

سلسلۂ نصابات تعلیم جامعۂ عثمانیہ

طبیعیات

حصۂ دوم

حرارت

بر بنائے فزکس گریگوری اینڈ ھڈلے

انٹرمیڈیئیٹ کے لئے

مؤلفۂ

چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس سی (علیگ)

رکن سررشتۂ تالیف و ترجمہ

جامعۂ عثمانیہ

۱۳۳۸ھ م ۱۳۲۹ف م ۱۹۲۰ء

مطبوعۂ دار الطبع جامعۂ عثمانیہ سرکار عالی حیدرآباد دکن

یہ کتاب میکیلن کمپنی کی اجازت سے
جن کو حقوق کاپی رائٹ حاصل ہیں
طبع کی گئی ہے۔

دنیا میں ہر قوم کی زندگی میں ایک ایسا زمانہ آتا ہے جب کہ اُس کے قوائے ذہنی میں انحطاط کے آثار نمودار ہونے لگتے ہیں، ایجاد و اختراع اور غور و فکر کا مادّہ تقریباً مفقود ہو جاتا ہے، تخیل کی پرواز اور نظر کی جولانی تنگ اور محدود ہو جاتی ہے، علم کا دار و مدار چند رسمی باتوں اور تقلید پر رہ جاتا ہے۔ اُس وقت قوم یا تو بیکار اور مردہ ہو جاتی ہے یا سنبھلنے کے لئے یہ لازم ہوتا ہے کہ وہ دوسری ترقی یافتہ اقوام کا اثر قبول کرے۔ تاریخ عالم کے ہر دَور میں اس کی شہادتیں موجود ہیں۔ خود ہمارے دیکھتے دیکھتے جاپان پر یہی گذری اور یہی حالت اب ہندوستان کی ہے۔

جس طرح کوئی شخص دوسرے بنی نوع انسان سے قطعِ تعلق کرکے تنہا اور الگ تھلگ نہیں رہ سکتا اور اگر رہے تو پنپ

نہیں سکتا اسی طرح یہ بھی ممکن نہیں کہ کوئی قوم دیگر اقوام عالم سے بے نیاز ہو کر پھولے پھلے اور ترقی پائے۔ جس طرح ہوا کے جھونکے اور ادنیٰ پرندوں اور کیڑے مکوڑوں کے اثر سے وہ مقامات تک ہرے بھرے رہتے ہیں جہاں انسان کی دسترس نہیں اسی طرح انسانوں اور قوموں کے اثر بھی ایک دوسرے تک اڑ کر پہنچتے ہیں۔ جس طرح **یونان** کا اثر روم اور دیگر اقوام **یورپ** پر پڑا جس طرح **عرب** نے عجم کو اور عجم نے **عرب** کو اپنا فیض پہنچایا، جس طرح اسلام نے **یورپ** میں تاریکی اور جہالت کو مٹا کر علم کی روشنی پہنچائی اسی طرح آج ہم بھی بہت سی باتوں میں مغرب کے محتاج ہیں۔ یہ قانون عالم ہے جو یوں ہی جاری رہا اور جاری رہیگا۔

"دئے سے دیا یوں ہی جلتا رہا ہے"

جب کسی قوم کی نوبت یہاں تک پہنچ جاتی ہے اور وہ آگے قدم بڑھانے کی سعی کرتی ہے تو ادبیات کے میدان میں پہلی منزل **ترجمہ** ہوتی ہے۔ اس لئے کہ جب قوم میں جدت اور اپچ نہیں رہی تو ظاہر ہے کہ اس کی تصانیف معمولی، ادھوری، کم مایہ اور ادنیٰ ہونگی۔ اُس وقت قوم کی بڑی خدمت یہی ہے کہ ترجمہ کے ذریعہ سے دنیا کی اعلیٰ درجہ کی تصانیف اپنی زبان میں لائی جائیں۔ یہی ترجمے خیالات میں تغیر اور معلومات میں اضافہ کریں گے، جمود کو توڑیں گے اور قوم میں ایک نئی حرکت پیدا کریں گے اور پھر آخر یہی ترجمے تصنیف و تالیف

کے جدید اسلوب اور ڈھنگ سجھائیں گے۔ ایسے وقت میں ترجمہ تصنیف سے زیاد قابل قدر، زیادہ مفید اور زیادہ فیض رساں ہوتا ہے۔

اسی اصول کی بنا پر جب عثمانیہ یونیورسٹی کی تجویز پیش ہوئی تو ہز اکزالٹڈ ہائینس ستمِ دوراں ارسطوئے زمان سپہ سالار آصف جاہ مظفر الممالک نظام الملک نظام الدولہ نواب میر عثمان علیخان بہادر فتح جنگ جی۔سی۔اس۔آئی۔جی۔سی۔بی۔ای۔والی حیدرآباد دکن خلّداللہ ملکہ و سلطنتہ نے جن کی علمی قدردانی اور علمی سرپرستی اس زمانہ میں احیائے علوم کے حق میں آب حیات کا کام کر رہی ہے، بہ تقاضائے مصلحت و دوربینی سب سے اول سررشتۂ تالیف و ترجمہ کے قیام کی منظوری عطا فرمائی جو نہ صرف یونیورسٹی کے لئے نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کریگا بلکہ ملک میں نشر و اشاعتِ علوم و فنون کا کام بھی انجام دیگا۔ اگرچہ اس سے قبل بھی یہ کام ہندوستان کے مختلف مقامات میں تھوڑا تھوڑا انجام پایا مثلاً فورٹ ولیم کالج کلکتہ میں زیر نگرانی ڈاکٹر گلکرسٹ، دہلی سوسائٹی میں، انجمن پنجاب میں زیر نگرانی ڈاکٹر لائٹنر و کرنل ہالرائڈ، علی گڑھ سائنٹفک انسٹیوٹ میں جس کی بنا سر سیّد احمد خاں مرحوم نے ڈالی۔ مگر یہ کوششیں سب وقتی اور عارضی تھیں۔ نہ ان کے پاس کافی سرمایہ اور سامان تھا نہ انہیں یہ موقع حاصل تھا

اور نہ انہیں **اعلیحضرت و اقدس** جیسے علم پرور فرمانروا کی سرپرستی کا شرف حاصل تھا۔ یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو علوم و فنون سے مالا مال کرنے کے لئے باقاعدہ اور مستقل کوشش کی گئی ہے۔ اور یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو یہ رتبہ ملا ہے کہ وہ اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار پائی ہے۔ احیائے علوم کے لئے جو کام آگسٹس نے رومہ میں، خلافت عباسیہ میں ہارون الرّشید و مامون الرّشید نے ہسپانیہ میں عبدالرحمٰن ثالث نے، بکرماجیت و اکبر نے ہندوستان میں، الفرڈ نے انگلستان میں، پیٹر اعظم و کیتھرائن نے روس میں اور مُت شی ہٹو نے جاپان میں کیا، وہی فرمانروائے دولت **آصفیہ** نے اس ملک کے لئے کیا۔ **اعلیحضرت واقدس** کا یہ کارنامہ ہندوستان کی علمی تاریخ میں ہمیشہ فخر و مباہات کے ساتھ ذکر کیا جائیگا۔

منجملہ اُن اسباب کے جو قومی ترقی کا موجب ہوتے ہیں ایک بڑا سبب زبان کی تکمیل ہے۔ جس قدر جو قوم زیادہ ترقی یافتہ ہے اُسی قدر اُس کی زبان وسیع اور اس میں نازک خیالات اور علمی مطالب کے ادا کرنے کی زیادہ صلاحیت ہوتی ہے، اور جس قدر جس قوم کی زبان محدود ہوتی ہے اُسی قدر تہذیب و شایستگی بلکہ انسانیت میں اس کا درجہ کم ہوتا ہے۔ چنانچہ وحشی اقوام میں الفاظ کا ذخیرہ بہت ہی کم پایا گیا ہے۔ علمائے فلسفہ و علم اللسان نے یہ ثابت کیا ہے کہ زبان، خیال اور

خیال، زبان ہے اور ایک مدت کے بعد اس نتیجے پر پہنچے ہیں
کہ انسانی دماغ کے صحیح تاریخی ارتقا کا علم، زبان کی تاریخ
کے مطالعہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ الفاظ ہمیں سوچنے میں
ویسی ہی مدد دیتے ہیں جیسی آنکھیں دیکھنے میں۔ اس لئے
زبان کی ترقی درحقیقت عقل کی ترقی ہے۔

علمِ ادب اسی قدر وسیع ہے جس قدر حیاتِ انسانی۔ اور
اس کا اثر زندگی کے ہر شعبہ پر پڑتا ہے۔ وہ نہ صرف انسان
کی ذہنی، معاشرتی، سیاسی ترقی میں مدد دیتا، اور نظر میں وسعت،
دماغ میں روشنی، دلوں میں حرکت اور خیالات میں تغیر پیدا کرتا
ہے بلکہ قوموں کے بنانے میں ایک قوی آلہ ہے۔ قومیت کے
لئے ہم خیالی شرط ہے اور ہم خیالی کے لئے ہم زبانی لازم۔
گویا یک زبانی قومیت کا شیرازہ ہے جو اسے منتشر ہونے سے
بچائے رکھتا ہے۔ ایک زمانہ تھا جب کہ مسلمان اقطاعِ عالم میں
پھیلے ہوئے تھے لیکن اُن کے علم ادب اور زبان نے انہیں
ہر جگہ ایک کر رکھا تھا۔ اس زمانے میں انگریز ایک دنیا پر
چھائے ہوئے ہیں لیکن باوجود بُعدِ مسافت و اختلافِ حالات
یک زبانی کی بدولت قومیت کے ایک سلسلے میں منسلک
ہیں، زبان میں جادو کا سا اثر ہے اور صرف افراد ہی پر
نہیں بلکہ اقوام پر بھی اُس کا وہی تسلط ہے۔

یہی وجہ ہے کہ تعلیم کا صحیح اور فطرتی ذریعہ اپنی ہی زبان
ہو سکتی ہے۔ اس امر کو اعلیحضرتِ اقدس نے

پانا اور جامعۂ عثمانیہ کی بنیاد ڈالی۔ جامعۂ عثمانیہ ہندوستان میں پہلی یونیورسٹی ہے جس میں ابتدا سے انتہا تک ذریعۂ تعلیم ایک دیسی زبان ہوگا۔ اور یہ زبان اردو ہوگی۔ ایک ایسے ملک میں جہاں ”بھانت بھانت کی بولیاں“ بولی جاتی ہیں، جہاں ہر صوبہ ایک نیا عالم ہے، صرف اردو ہی ایک عام اور مشترک زبان ہو سکتی ہے۔ یہ اہل ہند کے میل جول سے پیدا ہوئی اور اب بھی یہی اس فرض کو انجام دیگی۔ یہ اس کے خمیر اور وضع و ترکیب میں ہے۔ اس لئے یہی تعلیم اور تبادلہ خیالات کا واسطہ بن سکتی اور قومی زبان کا دعوے کر سکتی ہے۔

جب تعلیم کا ذریعہ اردو قرار دیا گیا تو یہ کھلا اعتراض تھا کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کتابوں کا ذخیرہ کہاں ہے۔ اور ساتھ ہی یہ بھی کہا جاتا تھا کہ اردو میں یہ صلاحیت ہی نہیں کہ اس میں علوم و فنون کی اعلیٰ تعلیم ہو سکے۔ یہ صحیح ہے کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کافی ذخیرہ نہیں۔ اور اردو ہی پر کیا منحصر ہے، ہندوستان کی کسی زبان میں بھی نہیں۔ یہ طلب و رسد کا عام مسئلہ ہے۔ جب مانگ ہی نہ تھی تو رسد کہاں سے آتی۔ جب ضرورت ہی نہ تھی تو کتابیں کیونکر مہیا ہوتیں۔ ہماری اعلیٰ تعلیم غیر زبان میں ہوتی تھی، تو علوم و فنون کا ذخیرہ ہماری زبان میں کہاں سے آتا۔ ضرورت ایجاد کی ماں ہے۔ اب ضرورت محسوس ہوئی ہے تو کتابیں بھی

مہیا ہو جائیں گی۔ اسی کمی کو پورا کرنے اور اسی ضرورت کو رفع کرنے کے لئے سررشتۂ تالیف و ترجمہ قائم کیا گیا۔ یہ صحیح نہیں ہے کہ اردو زبان میں اس کی صلاحیت نہیں۔ اس کے لئے کسی دلیل و برہان کی ضرورت نہیں۔ سررشتۂ تالیف و ترجمہ کا وجود اس کا شافی جواب ہے۔ یہ سررشتہ یہی کام کر رہا ہے۔ کتابیں تالیف و ترجمہ ہو رہی ہیں اور چند روز میں عثمانیہ یونیورسٹی کالج کے طالب علموں کے ہاتھوں میں ہونگی اور رفتہ رفتہ عام شایقینِ علم تک پہنچ جائیں گی۔

لیکن اس میں سب سے کٹھن اور سنگلاخ مرحلہ وضع اصطلاحات کا تھا۔ اس میں بہت کچھ اختلاف اور بحث کی گنجائش ہے۔ اس بارے میں ایک مدت کے تجربہ اور کامل غور و فکر اور مشورہ کے بعد میری یہ رائے قرار پائی ہے کہ تنہا نہ تو ماہر علم صحیح طور سے اصطلاحات وضع کر سکتا ہے اور نہ ماہرِ لسان۔ ایک کو دوسرے کی ضرورت ہے۔ اور ایک کی کمی دوسرا پورا کرتا ہے۔ اس لئے اس اہم کام کو صحیح طور سے انجام دینے کے لئے یہ ضروری ہے کہ دونوں یک جا جمع کئے جائیں تاکہ وہ ایک دوسرے کے مشورہ اور مدد سے ایسی اصطلاحیں بنائیں جو نہ اہل علم کو ناگوار ہوں نہ اہل زبان کو۔ چنانچہ اسی اصول پر ہم نے وضع اصطلاحات کے لئے ایک ایسی مجلس بنائی جس میں دونوں جماعتوں کے اصحاب شریک ہیں۔ علاوہ ان کے

ہم نے اُن اہلِ علم سے بھی مشورہ کیا جو اس کی خاص اہلیت رکھتے ہیں اور بُعدِ مسافت کی وجہ سے ہماری مجلس میں شریک نہیں ہو سکتے ۔ اس میں شک نہیں کہ بعض الفاظ غیر مانوس معلوم ہوں گے اور اہل زبان انہیں دیکھ کر ناک بھوں چڑھائیں گے ۔ لیکن اس سے گزیر نہیں ۔ ہمیں بعض ایسے علوم سے واسطہ ہے جن کی ہوا تک ہماری زبان کو نہیں لگی۔ ایسی صورت میں سوائے اس کے چارہ نہیں کہ جب ہماری زبان کے موجودہ الفاظ خاص خاص مفہوم کے ادا کرنے سے قاصر ہوں تو ہم جدید الفاظ وضع کریں ۔ لیکن اس کے یہ معنی نہیں ہیں کہ ہم نے محض ٹالنے کے لئے زبردستی الفاظ گھڑ کر رکھ دئے ہیں' بلکہ جس نہج پر اب تک الفاظ بنتے چلے آئے ہیں اور جن اصولِ ترکیب و اشتقاق پر اب تک ہماری زبان کاربند رہی ہے ' اس کی پوری پابندی ہم نے کی ہے ۔ ہم نے اُس وقت تک کسی لفظ کے بنانے کی جرأت نہیں کی جب تک اُسی قسم کی متعدد مثالیں ہمارے پیش نظر نہ رہی ہوں ۔ ہماری رائے میں جدید الفاظ کے وضع کرنے کی اس سے بہتر اور صحیح کوئی صورت نہیں۔ اب اگر کوئی لفظ غیر مانوس یا اجنبی معلوم ہو تو اس میں ہمارا قصور نہیں ۔ جو زبان زیادہ تر شعر و شاعری اور قصص تک محدود ہو' وہاں ایسا ہونا کچھ تعجب کی بات نہیں ۔ جس ملک سے ایجاد و اختراع کا مادّہ سلب ہو گیا ہو جہاں لوگ نئی چیزوں کے بنانے اور دیکھنے کے عادی نہ ہوں' وہاں جدید الفاظ کا

غیر مانوس اور اجنبی معلوم ہونا موجب حیرت نہیں۔ الفاظ کی حالت بھی انسانوں کی سی ہے۔ اجنبی شخص بھی رفتہ رفتہ مانوس ہو جاتے ہیں۔ اول اول الفاظ کا بھی یہی حال ہے۔ استعمال آہستہ آہستہ غیر مانوس کو مانوس کر دیتا ہے اور صحت و غیر صحت کا فیصلہ زمانہ کے ہاتھ میں ہوتا ہے۔ ہمارا فرض یہ ہے کہ لفظ تجویز کرتے وقت ہر پہلو پر کامل غور کرلیں، آئندہ چل کر اگر وہ استعمال اور زمانہ کی کسوٹی پر پورا اترا تو خود ٹکسالی ہو جائیگا اور اپنی جگہ آپ پیدا کرلیگا۔ علاوہ اس کے جو الفاظ پیش کئے گئے ہیں وہ الہامی نہیں کہ جن میں ردّ و بدل نہ ہوسکے، بلکہ **فرہنگِ اصطلاحاتِ عثمانیہ** جو زیر ترتیب ہے پہلے اس کا مسودہ اہل علم کی خدمت میں پیش کیا جائے گا اور جہاں تک ممکن ہوگا اس کی اصلاح میں کوئی دقیقہ فروگذاشت نہیں کیا جائے گا۔

لیکن ہماری مشکلات صرف **اصطلاحات علمیہ** تک ہی محدود نہیں ہیں۔ ہمیں ایک ایسی زبان سے ترجمہ کرنا پڑتا ہے جو ہمارے لئے بالکل اجنبی ہے، اس میں اور ہماری زبان میں کسی قسم کا کوئی رشتہ یا تعلق نہیں۔ اس کا طرز بیان، ادائے مطلب کے اسلوب، محاورات وغیرہ بالکل جدا ہیں۔ جو الفاظ اور جملے انگریزی زبان میں بالکل معمولی اور روزمرہ کے استعمال میں آتے ہیں، اُن کا ترجمہ جب ہم اپنی زبان میں کرنے بیٹھتے ہیں تو سخت دشواری پیش آتی ہے۔ ان تمام دشواریوں پر

غالب آنے کے لئے مترجم کو کیسا کچھ خونِ جگر کھانا نہیں پڑتا۔ ترجمہ کا کام، جیسا کہ عموماً خیال کیا جاتا ہے، کچھ آسان کام نہیں ہے۔ بہت خاک چھاننی پڑتی ہے تب کہیں گوہر مقصود ہاتھ آتا ہے +

اس سررشتہ کا کام صرف یہی نہ ہوگا (اگرچہ یہ اس کا فرضِ اولین ہے)، کہ وہ نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کرے، بلکہ اس کے علاوہ وہ ہر علم پر متعدد اور کثرت سے کتابیں تالیف و ترجمہ کرائے گا، تاکہ لوگوں میں علم کا شوق بڑھے، ملک میں روشنی پھیلے، خیالات و قلوب پر اثر پیدا ہو، جہالت کا استیصال ہو۔ جہالت کے معنی اب لاعلمی ہی کے نہیں بلکہ اس میں افلاس، کم ہمتی، تنگ دلی، کوتہ نظری، بے غیرتی، بد اخلاقی سب کچھ آجاتا ہے۔ جہالت کا مقابلہ کرکے اسے پس پا کرنا سب سے بڑا کام ہے۔ انسانی دماغ کی ترقی علم کی ترقی ہے۔ انسانی ترقی کی تاریخ علم کی اشاعت و ترقی کی تاریخ ہے۔ ابتدائے آفرینش سے اس وقت تک انسان نے جو کچھ کیا ہے، اگر اس پر ایک وسیع نظر ڈالی جائے تو نتیجہ یہ نکلے گا کہ جوں جوں علم میں اضافہ ہوتا گیا، پچھلی غلطیوں کی صحت ہوتی گئی، تاریکی گھٹتی گئی، روشنی بڑھتی گئی، انسان ہمیشہ ترقی میں قدم آگے بڑھاتا گیا۔ اسی مقدس فرض کے ادا کرنے کے لئے یہ سررشتہ قائم کیا گیا ہے اور وہ اپنی بساط کے موافق اس کے انجام دینے میں کوتاہی نہ کرے گا۔

لیکن غلطی، تحقیق و جستجو کی گھات میں لگی رہتی ہے ادب کا

کامل ذوق سلیم ہر ایک کو نصیب نہیں ہوتا۔ بڑے بڑے نقاد
اور مبصر فاش غلطیاں کر جاتے ہیں۔ لیکن اس سے ان کے کام پر
حرف نہیں آتا۔ غلطی ترقی کے مانع نہیں ہے، بلکہ وہ صحت کی طرف
رہنمائی کرتی ہے۔ پچھلوں کی بھول چوک آنے والے مسافر کو
رستہ بھٹکنے سے بچا دیتی ہے۔ ایک جاپانی ماہر تعلیم (بیرن کی کوچی)
نے اپنے ملک کا تعلیمی حال لکھتے ہوئے اس صحیح کیفیت کا ذکر
کیا ہے جو ہونہار اور ترقی کرنے والے افراد اور اقوام پر
گزرتی ہے۔

"ہم نے بہت سے تجربے کئے اور بہت سی ناکامیاں اور
غلطیاں ہوئیں، لیکن ہم نے ان سے نئے سبق سیکھے اور فائدہ
اٹھایا۔ رفتہ رفتہ ہمیں اپنے ملک کی تعلیمی ضروریات اور امکانات کا
صحیح اور بہتر علم ہوتا گیا اور ایسے تعلیمی طریقے معلوم ہوتے گئے جو
ہمارے اہل وطن کے لئے زیادہ موزوں تھے۔ ابھی بہت سے ایسے
مسائل ہیں جو ہمیں حل کرنے ہیں، بہت سی ایسی اصلاحیں ہیں
جو ہمیں عمل میں لانی ہیں، ہم نے اب تک کوشش کی اور ابھی
کوشش کر رہے ہیں اور مختلف طریقوں کی برائیاں اور بھلائیاں
دریافت کرنے کے درپے ہیں، تاکہ اپنے ملک کے فائدے کے لئے
اچھی باتوں کو اختیار کریں اور رواج دیں اور برائیوں سے بچیں۔"
اس لئے جو حضرات ہمارے کام پر تنقیدی نظر ڈالیں انہیں وقت
کی تنگی، کام کا ہجوم اور اس کی اہمیت اور ہماری مشکلات پیش نظر
رکھنی چاہئیں۔ یہ پہلی سعی ہے اور پہلی سعی میں کچھ نہ کچھ خامیاں

ضرور رہ جاتی ہیں، لیکن آگے چل کر یہی خامیاں ہماری رہنما بنیں گی اور پختگی اور اصلاح تک پہنچائیں گی۔ یہ نقش اول ہے نقش ثانی اس سے بہتر ہوگا۔ ضرورت کا احساس علم کا شوق، حقیقت کی لگن، صحت کی ٹوہ، جد و جہد کی رسائی خود بخود ترقی کے مدارج طے کرلے گی۔

جاپانی بڑے فخر سے یہ کہتے ہیں کہ ہم نے تیس چالیس سال کے عرصے میں وہ کچھ کر دکھایا جس کے انجام دینے میں یورپ کو اتنی ہی صدیاں صرف کرنی پڑیں۔ کیا کوئی دن ایسا آئے گا کہ ہم بھی یہ کہنے کے قابل ہوں گے؟ ہم نے پہلی شرط پوری کر دی ہے یعنی بیجا قیود سے آزاد ہو کر اپنی زبان کو اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار دیا ہے۔ لوگ ابھی ہمارے کام کو تذبذب کی نگاہ سے دیکھ رہے ہیں اور ہماری زبان کی قابلیت کی طرف مشتبہ نظریں ڈال رہے ہیں۔ لیکن وہ دن آنے والا ہے کہ اس ذرّے کا بھی ستارہ چمکے گا، یہ زبان علم و حکمت سے مالا مال ہوگی اور **اعلیٰحضرت واقدس** کی نظر کیمیا اثر کی بدولت یہ دنیا کی مہذب و شائستہ زبانوں کی ہمسری کا دعوے کرے گی۔ اگرچہ اُس وقت ہماری سعی اور محنت حقیر معلوم ہوگی، مگر یہی شامِ غربت صبحِ وطن کی آمد کی خبر دے رہی ہے، یہی شب بیداریاں روزِ روشن کا جلوہ دکھائیں گی، اور یہی مشقت اُس قصرِ رفیع الشان کی بنیاد ہوگی جو آئندہ تعمیر ہونے والا ہے۔ اس وقت ہمارا کام صبر و استقلال سے میدان صاف کرنا،

داغ بیل ڈالنا اور نیو کھودنا ہے، اور فرہاد وار شیرینِ حکمت کی خاطر سنگلاخ پہاڑوں کو کھود کھود کر جوئے علم لانے کی سعی کرنا ہے۔ اور گو ہم نہ ہوں گے مگر ایک زمانہ آئیگا جب کہ اس میں علم و حکمت کے دریا بہیں گے اور ادبیات کی افتادہ زمین سرسبز و شاداب نظر آئے گی۔

آخر میں میں سررشتہ کے مترجمین کا شکریہ ادا کرتا ہوں جنھوں نے اپنے فرض کو بڑی مستعدی اور شوق سے انجام دیا۔ نیز میں ارکانِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات کا شکر گزار ہوں کہ ان کے مفید مشورے اور تحقیق کی مدد سے یہ مشکل کام بخوبی انجام پا رہا ہے۔ لیکن خصوصیت کے ساتھ یہ سررشتہ جناب مسٹر محمدؐ اکبر حیدری بی۔ اے معتمد عدالت و تعلیمات و کوتوالی و امور عامۂ سرکار عالی کا ممنون ہے جنہیں ابتدا سے قیام و انتظام جامعۂ عثمانیہ میں خاص انہماک رہا ہے۔ اور اگر ان کی توجہ اور امداد ہمارے شریک حال نہ ہوتی تو یہ عظیم الشان کام صورت پذیر نہ ہوتا۔ میں سید راس مسعود صاحب بی۔ اے (آکسن) آئی۔ اِی۔ ایس۔ ناظمِ تعلیمات سرکار عالی کا بھی شکریہ ادا کرتا ہوں کہ ان کی توجہ اور عنایت ہمارے حال پر مبذول رہی ور ضرورت کے وقت ہمیشہ بلا تکلف خوشی کے ساتھ ہمیں مدد دی۔

عبد الحق

ناظمِ سررشتۂ تالیف و ترجمہ (عثمانیہ یونیورسٹی)

مولوی عبدالحق صاحب بی۔ اے ۔۔۔۔۔۔۔۔ ناظم۔
قاضی محمد حسین صاحب۔ ایم۔ اے۔ رینگلر ۔۔۔۔ مترجم ریاضیات
چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس۔ سی ۔۔۔۔۔ مترجم سائنس
مولوی سید ہاشمی صاحب ۔۔۔۔۔۔۔۔۔ مترجم تاریخ۔
مولوی محمد الیاس صاحب برنی ایم۔ اے ۔۔۔۔ مترجم معاشیات
قاضی تلمذ حسین صاحب یم۔ اے ۔۔۔۔۔۔ مترجم سیاسیات
مولوی ظفر علی خاں صاحب بی۔ اے ۔۔۔۔۔ مترجم تاریخ۔
مولوی عبدالماجد صاحب بی۔ اے ۔۔۔۔۔۔ مترجم فلسفہ ومنطق
مولوی عبدالحلیم صاحب شرر ۔۔۔۔۔۔۔۔ مولف تاریخ اسلام
مولوی سید علی رضا صاحب بی۔ اے ۔۔۔۔۔ مترجم قانون۔
مولوی عبداللہ العمادی صاحب ۔۔۔۔۔۔۔ مترجم کتب عربی

علاوہ ان مذکورۂ بالا مترجمین کے مولوی حاجی صفی الدین صاحب ترجمہ شدہ کتابوں کو مذہبی نقطۂ نظر سے دیکھنے کے لئے اور نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طبا طبائی) ترجموں پر نظر ثانی کرنے کے لئے مقرر فرمائے گئے ہیں۔

مولوی مرزا مہدی خاں صاحب کوکب وظیفہ یاب سرکار عالی (سابق ناظم مردم شماری)

مولوی حمیدالدین صاحب بی۔اے صدر دارالعلوم

نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی)

مولوی وحیدالدین صاحب سلیم

مولوی عبدالحق بی۔اے ناظم سررشتۂ تالیف و ترجمہ

علاوہ ان مستقل ارکان کے، مترجمین سررشتۂ تالیف و ترجمہ نیز دوسرے اصحاب سے بلحاظ اُنکے فن کے مشورہ کیا گیا۔ مثلاً

خان فضل محمد خانصاحب ایم۔اے رنگلر (پرنسپل سٹی ہائی اسکول حیدرآباد)

مولوی عبدالواسع صاحب (پروفیسر دارالعلوم حیدرآباد)

پروفیسر عبدالرحمن صاحب بی۔ایس۔سی (نظام کالج)

مرزا محمد ہادی صاحب۔بی۔اے (پروفیسر کرسچن کالج لکھنؤ)

مولوی سلیمان صاحب ندوی

سید راس مسعود صاحب بی۔اے (ناظم تعلیمات حیدرآباد) وغیرہ

فہرست مضامین

حرارت

پہلی فصل

حرارت تپش اور پھیلاؤ

حرارت اور تپش ——— تم پڑھ چکے ہو کہ مادّی جسم چھوٹے چھوٹے ذرّوں کے اجتماع سے صورت پذیر ہوتے ہیں۔ اِن ذرّوں کو علمی زبان میں سالمات کہتے ہیں۔ سالمات ہمیشہ حرکت میں رہتے ہیں اور یہ حرکت کئی طرح پر ہوسکتی ہے۔ مثلاً ایک **حرکتِ انتقالی** ہے جس کے ماتحت ہر سالمہ جہاں تک اُس کو موقع ملتا ہے نقلِ مکان کا تقاضا کرتا ہے۔ دُوسری **حرکتِ محوری** ہے جس سے سالمات پر دَوران کی کیفیت طاری ہوسکتی ہے اور وہ اپنے ذاتی مرکز کے گِرد چکّر کاٹنے لگتے ہیں۔ تیسری حرکت اِس قسم کی ہے کہ سالمات گھڑی کے رقّاص کی طرح مقرر حدود کے اندر جھولتے رہیں۔ اِس حرکت کو **حرکتِ اہتزازی** کہتے ہیں۔ اِس حرکت کا میدان وہ فاصلہ ہے جو سالمات کے درمیان خالی رہتا ہے اور جس کو ہم تخلخل کے نام سے تمہارے ذہن نشین کر چکے ہیں۔ ہم کسی جسم کو چُھوتے ہیں تو ہمارا جسم اِس جسم کے سالمات کی حرکتِ اہتزازی

کے اثر کو قبول کر لیتا ہے اور اِس سے ایک خاص قسم کا احساس پیدا ہوتا ہے۔ اِسی احساس کی علت کو عرفِ عام میں حرارت کہتے ہیں۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ حرارت بھی حقیقت میں ایک قسم کی توانائی ہے جو سالماتِ مادہ کی حرکت کے رنگ میں ظاہر ہوتی ہے۔ یہ حرکت کسی جسم کے سالمات میں جس قدر زیادہ تیز ہوگی اُسی قدر وہ جسم زیادہ گرم ہوگا۔ یہی حرکت کسی وجہ سے سُست ہوتی جائے تو ہم کہتے ہیں کہ جسم ٹھنڈا ہو رہا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ حرارت کی حدّت کے اعتبار سے مادّی اجسام کے مختلف مدارج ہیں۔ یہ جسم اُس جسم سے زیادہ گرم ہے، وہ اُس سے زیادہ گرم، اور وہ اُس سے زیادہ گرم۔ اِسی خیال کو علمی زبان میں یوں ادا کیا جاتا ہے کہ فلاں جسم تپش میں فلاں جسم سے بڑھا ہؤا ہے۔ اور اِس کا علمی مفہوم یہ ہوتا ہے کہ فلاں جسم کے سالمات کی تڑپ یعنی اہتزازی حرکت، فلاں جسم کے سالمات کی اہتزازی حرکت سے تیز تر ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ حرارت حقیقت میں محض ایک توانائی ہے جو سالمات کی حرکت کی شکل میں ظاہر ہوتی ہے۔ اور گرمی یا سردی کا احساس ہمارا اعتباری احساس ہے۔

تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ کوئی متحرک جسم کسی ساکن جسم سے ٹکراتا ہے تو ساکن جسم کے وجود میں بھی حرکت کے آثار پیدا ہو جاتے ہیں۔ یا کوئی تیز تیز حرکت کرنے والا جسم پیچھے کی طرف سے آکر کسی ایسے جسم سے ٹکراتا ہے جو متحرک تو ہے لیکن اُس کی حرکت اِتنی تیز نہیں، تو ٹکّر کے اثر سے اُس کی حرکت میں

بھی تیزی آ جاتی ہے۔ اِسی طرح جب دو جسم ایک دُوسرے کے ساتھ مَس کرتے ہیں تو ایک کے سالمات کی حرکت کا اثر دُوسرے کے سالمات کی حرکت پر پڑتا ہے اور اِس سے جو کیفیت پیدا ہوتی ہے اُس کا اظہار ہم اِس طرح کرتے ہیں کہ ایک جسم کی حرارت دُوسرے جسم میں جا رہی ہے۔

کسی جسم سے دُوسرے جسموں کو حرارت دینے کی قابلیت گھٹتی جاتی ہے تو ہم کہتے ہیں کہ وہ جسم ٹھنڈا ہو رہا ہے یا اُس کی تپش کم ہوتی جاتی ہے۔ اور اگر اِس قابلیت میں اضافہ ہو رہا ہو تو ہم یوں کہتے ہیں کہ فلاں جسم گرم ہوتا جاتا ہے یا اُس کی تپش بڑھ رہی ہے۔

جب ہم یہ کہتے ہیں کہ فلاں جسم کی تپش فلاں جسم کی تپش سے بڑھی ہوئی ہے تو اِس سے یہ نہ سمجھنا چاہیئے کہ ایک کے وجود میں دُوسرے کی بہ نسبت حرارت کی **مقدار** زیادہ ہے۔ حقیقت یہ ہے کہ ہم مقدارِ حرارت کی درجہ بندی نہیں کرتے۔ صرف ایک کیفیت کی درجہ بندی کرتے ہیں جو حرارت کے وجود سے مادّی جسموں پر طاری ہوتی ہے۔ جیسا کہ ہم بیان کر چکے ہیں حرارت حقیقت میں توانائی کی ایک شکل ہے اور توانائی مقدار سے تعبیر کی جاتی ہے۔ لیکن تپش کوئی ذی مقدار چیز نہیں۔ یہ صرف ایک کیفیت کی کمی بیشی ہے اور اِس سے مطلب یہ ہے کہ جس جسم کی تپش کا ہم ذکر کر رہے ہیں اُس کے سالمات کی اہتزازی حرکت میں کس درجہ کی تیزی پائی جاتی ہے۔ لوہے کی سُوئی کو

حرارت پہنچا کر اِتنا گرم کرو کہ سُرخ ہو جائے اور ایک گھڑے میں گرم پانی بھر لو۔ سُوئی کی تپش پانی کی تپش سے بلا شبہ زیادہ ہے۔ لیکن اِس کی حرارت کی مقدارؔ پانی کی حرارت کے مقابلہ میں نہایت خفیف ہے۔

ہر جسم کے وجود میں کچھ نہ کچھ حرارت ضرور پائی جاتی ہے۔ ہم مختلف جسموں کا آپس میں مقابلہ کرتے ہیں تو کہتے ہیں کہ یہ جسم گرم ہے اور وہ ٹھنڈا۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھو کہ جس کو ہم ٹھنڈا کہتے ہیں اُس کا وجود حرارت سے خالی ہے۔ چنانچہ برف اور وہ چیزیں جو برف سے بھی زیادہ سرد ہیں اُن کے سالمات بھی حرکت میں رہتے ہیں۔ اِس لئے اُن کے وجود سے حرارت کلیتہً سلب نہیں ہوتی۔ ہم کسی جسم کو ٹھنڈا یا گرم کہتے ہیں تو یہ خیال صرف اِرد گرد کے جسموں کے **مقابلہ** سے پیدا ہوتا ہے۔ اِس سے حرارت کے عدم و وجود پر استدلال نہ کرنا چاہئے۔ یہاں اِس بات کو بھی یاد رکھو کہ گرم اور سرد کے نام سے کسی جسم کی **مقدارِ حرارت** نہیں بلکہ محض اُس کی تپش مقصود ہوتی ہے۔ کسی جسم کی حرارت کا ذکر کرنا ہو تو اِس خیال کو یوں ادا کرتے ہیں کہ فلاں جسم میں حرارت کی مقدار زیادہ ہے اور فلاں جسم میں حرارت کی مقدار کم ہے۔ یہ ضروری نہیں کہ دو جسموں کے وجود میں حرارت کی مقدار کم و بیش ہو تو اِس سے اُن کی تپش کی کمی بیشی بھی لازم ہو جائے۔ مثلاً کُوئیں کے تازہ پانی سے ایک گھڑا اور ایک پیالہ بھر لو۔ پیالہ بھر پانی کی بہ نسبت گھڑا بھر پانی میں حرارت کی مقدار بلا شُبہ

زیادہ ہے۔ لیکن اُن کی تپش دیکھو تو دونوں کو ایک حال پر پاؤ گے۔
اِس مضمون کو مختصر لفظوں میں یوں یاد رکھو کہ

حرارت ایک ذی مقدار چیز ہے اور تپش ایک کیفیت کا نام ہے جو حرارت کے اثر سے مادّی جسموں پر طاری ہوتی ہے۔

اِس تقریر سے تم پر روشن ہو گیا ہوگا کہ ہم کسی جسم کی تپش کا نام لیتے ہیں تو اِس کے ساتھ ہی ایک پیمانہ کا خیال آ جاتا ہے اور طبیعت درجہ بندی کا تقاضا کرنے لگتی ہے۔ یہ جسم اُس جسم سے زیادہ گرم ہے اور وہ اُس سے گرم تر۔ لیکن اِن کی گرمی کو آپس میں کیا نسبت ہے؟ ایک جسم دُوسرے جسم سے کتنا گرم ہے؟ اِن خیالات کی تعیین کے لئے پیمانہ کی ضرورت ہے۔ ورنہ اِن کا مفہوم عرفِ عام کی حد میں نہیں آ سکتا۔ اب سوال یہ ہے کہ یہ پیمانہ کہاں سے حاصل ہو؟ اِس کو کس بناء پر وضع کیا جائے؟ سو یہ ہمارے اپنے اختیار کی بات ہے۔ جو پیمانہ چاہیں اور جس بناء پر چاہیں وضع کر سکتے ہیں۔ صرف اِس بات کا خیال رکھنا ہوگا کہ پیمانہ کی بناء جس اصول پر رکھی جائے وہ حرارت کے ساتھ غیر متعلق نہ ہو۔ اور اِس پر تمام اہلِ فن کا اتفاق ہو جائے۔ اِس بناء پر تپش کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی :۔

تپش کسی جسم کی گرمی کا درجہ ہے اور اُسے ہم کسی ایسے پیمانہ کی مدد سے ناپتے ہیں جس کو ہم نے خود اپنے اختیار سے وضع کیا ہے۔

کسی جسم کی تپش معلوم کرنے کے لئے جو آلہ استعمال کیا جاتا ہے اُس کو تپش پیما کہتے ہیں اور جن آلوں کی مدد سے حرارت کی مقدار ناپی جاتی ہے اُن کا نام حرارہ پیما ہے۔

تجربہ ۱ ـــــ ٹھنڈا اور گرم پانی باہم ملا کر دیکھو کہ اِس کا کیا حال ہوتا ہے۔ ہم نے جو کچھ کیا ہے وہ صرف یہ ہے کہ مختلف کیفیتوں کے دو پانیوں کو ملا کر ایک کر دیا ہے۔ اِس کے علاوہ اَور کچھ نہ ہم نے داخل کیا ہے نہ نکالا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ ٹھنڈے پانی کے وجود میں حرارت کی جو مقدار موجود تھی وہ اِس وقت بھی بدستور موجود ہے۔ اور گرم پانی کی مقدارِ حرارت میں بھی کوئی فرق نہیں آیا۔ اِس خیال کو ہم یوں ادا کرسکتے ہیں کہ ایک پانی کی مقدارِ حرارت کو ہم نے دُوسرے پانی کی مقدارِ حرارت کے ساتھ مِلا دیا ہے۔ اور اِن دونوں مقداروں کے مجموعہ کی قیمت وُہی ہے جو ملانے سے پہلے تھی۔ لیکن حرارت کی تیزی اب وہ نہیں جو اِس سے پہلے تھی۔ یعنی ٹھنڈا پانی گرم پانی کے ساتھ مِل کر گرم ہو گیا ہے اور گرم پانی اپنی حرارت کا ایک حصہ ٹھنڈے پانی کو دے کر ٹھنڈا ہو گیا ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ اِس مجموعہ کی تپش ایک ایسے درجہ پر آگئی ہے جو ٹھنڈے پانی کے درجۂ تپش سے بلند تر اور گرم پانی کے درجۂ تپش سے پست تر ہے۔

حرارت کے اثر ـــــ کسی جسم کے وجود میں حرارت کی مقدار بڑھتی ہے یا کم ہوتی ہے تو اِس کے اثر سے اُس جسم میں کئی تغیر پیدا ہوتے ہیں۔ ہم اِس کتاب میں اِن تمام تغیرات سے بحث نہیں کر سکتے۔ صرف تین پہلو لینگے :-

۱۔ جسامت یا حجم کا تغیر۔ یعنی پھیلاؤ یا سُکڑاؤ۔

۲- تپش کا تغیر-
۳- حالت کا تغیر-

پھیلاؤ ــــــ حرارت کی مقدار بڑھتی ہے تو عام طور پر مادی چیزوں کا قاعدہ یہ ہے کہ اُن کے جسم پھیل جاتے ہیں۔ اِس میں شک نہیں کہ بعض چیزیں اِس قسم کی بھی ہیں جو حرارت کے اثر سے سُکڑنے لگتی ہیں۔ مثلاً چمڑا۔ لیکن ایسی چیزوں کی تعداد مقابلۃً کم ہے۔ ٹھوس اور مایع جسموں کا قاعدہ یہ ہے کہ اُن میں سے ہر ایک کے پھیلاؤ کی مقدار مختلف ہوتی ہے۔ لیکن گیسوں کا حال اِس سے جُداگانہ ہے۔ اِن سب کا پھیلاؤ برابر برابر اور ایک حال پر رہتا ہے۔

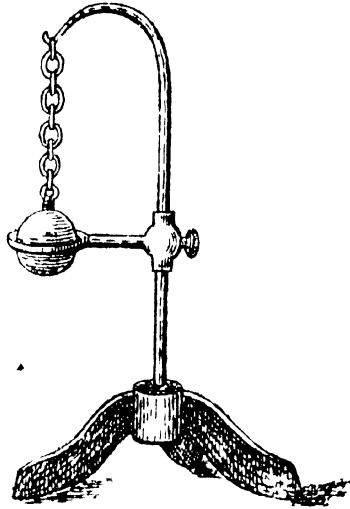
مایع اور گیسی جسموں کے متعلق تم پڑھ چکے ہو کہ اُن کی شکل ایک حال پر قائم نہیں رہتی۔ جس برتن میں ڈال دیئے جائیں اُسی کی شکل اختیار کر لیتے ہیں۔ اِس سے ظاہر ہے کہ اِن دونوں قسموں میں **ابعادِ ثلاثہ** یعنی طول، عرض، اور عمق، کی مقدار قائم نہیں رہتی۔ شکل کے ساتھ ساتھ اِن کے ابعاد بھی بدلتے رہتے ہیں۔ اِس لئے حرارت کے اثر سے اِن کے ابعادِ ثلاثہ میں جو فرق آ جاتا ہے اُس کا اندازہ کرنا لاحاصل ہے۔ صرف حجم کے پھیلاؤ کو دیکھ لینا کافی ہے۔ لیکن ٹھوس جسموں کا حال یہ نہیں۔ جب تک کوئی بیرونی قوت اثر نہ کرے ہر ٹھوس کی شکل اپنے حال پر برقرار رہتی ہے۔ اِس لئے ضروری ہے کہ حجم کے علاوہ اُن کے ابعادِ ثلاثہ کی کمی بیشی کا بھی لحاظ رکھا جائے۔

حرارت کے اثر سے ٹھوس جسم پھیلتا ہے تو اُس کے طول، عرض، یا عمق میں جو اضافہ ہو جاتا ہے اُس کو **طولی پھیلاؤ** کہتے ہیں۔ حرارت جب ٹھوس جسموں کے ابعادِ ثلاثہ کو بڑھا دیتی ہے تو ضرور ہے کہ اُن کی ہر سطح کا رقبہ بھی بڑھ جائے۔ اِس طرح سطح کے رقبہ میں جو پھیلاؤ پیدا ہوتا ہے اُس کو **سطحی پھیلاؤ** کہتے ہیں۔ اور حجم کے پھیلاؤ کا **مکعب پھیلاؤ** نام رکھتے ہیں۔ یہاں یہ بات بھی یاد رکھو کہ حرارت کی زیادتی سے اجسام پھیل جاتے ہیں تو یہ بھی امرِ واقع ہے کہ حرارت کی کمی سے وہ سُکڑنے لگتے ہیں۔

ٹھوس جسموں کا پھیلاؤ ——— ٹھوس جسم حرارت کھاتے ہیں تو عموماً بہت آہستہ آہستہ پھیلتے ہیں۔ اور مختلف ٹھوس جسموں میں پھیلاؤ کی شرح مختلف ہوتی ہے۔ لیکن اکثر دھاتوں کا یہ حال ہے کہ اُن کا پھیلاؤ مقابلتہً زیادہ تیز ہوتا ہے۔

تجربہ ۲ ——— ایک موٹا تانبے کا تار کاٹ لو اور اُس کی لمبائی اِتنی رکھو کہ تختہ پر گڑی ہوئی دو میخوں کے درمیان پھنس کر آئے۔ پھر اُس کو چمٹے میں پکڑ کر گرم کرو۔ جب خوب گرم ہوجائے تو اُس کو اُٹھا کر اُن ہی میخوں کے درمیان رکھنے کی کوشش کرو۔ دیکھو حرارت سے اِس کا طول بڑھ گیا ہے۔ اب اِن میخوں کے درمیان اِس کا سمانا ممکن نہیں۔ تار کو الگ رکھ دو کہ ٹھنڈا ہو جائے تھوڑی دیر کے بعد اِس کا طول پھر اصلی حالت پر آ جائیگا۔ اِس کے بعد اُسی تار کو برف کے ٹکڑے پر رکھو۔ اِس سے تار اِس قدر سُکڑ جائیگا کہ پہلے سے بھی زیادہ آسانی کے ساتھ اِن میخوں کے بیچ میں سے

گزر سکیگا۔

تجربہ ۳ ——— ایک دھات کا گولہ لو جس کا حجم اِس قدر ہو کہ معمولی حالت میں ایک خاص حلقہ (شکل ۱) کے اندر سے ٹھیک پھنس کر گزر جائے۔

شکل ۱

اس گولے کو آگ میں رکھ کر گرم کر دو تو حلقۂ مذکور میں سے اُس کا گزرنا محال ہو جائیگا۔ اب گولے پر پانی ڈال کر ٹھنڈا کرو تو وُہی گولا اِس حلقہ میں سے بخوبی گزر جائیگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ حرارت کے اثر سے گولے کا جسم پھیل گیا اور ٹھنڈا ہونے پر سُکڑ کر پھر اپنی اصلی حالت پر آگیا۔

دھات کی بنی ہوئی بعض چیزوں میں اِس بات کا لحاظ رکھنا پڑتا ہے کہ اُن کے پھیلاؤ کے لئے گُنجائش رہے۔ مثلاً ریل کی پٹڑی بچھاتے ہیں تو لوہے کے لٹھوں کو اِس طرح نہیں رکھتے کہ اُن کے سِرے ایک دُوسرے کے ساتھ مِلے رہیں۔ بلکہ اُن کے

سروں کے درمیان تھوڑا سا فاصلہ چھوڑ دیتے ہیں کہ موسم کی حرارت سے پھیل کر ایک دوسرے پر دباؤ نہ ڈالیں۔ یہ احتیاط نہ رکھی جائے تو اس صورت میں تھموں کے ٹیڑھا پڑ جانے کا احتمال ہے۔ لوہے کے پلوں میں بھی اس بات کا لحاظ رکھا جاتا ہے۔ اس قسم کے پلوں میں جو لوہے کے شہتیر استعمال ہوتے ہیں ان کو ستونوں کے ساتھ کستے نہیں۔ گاڑی کے پہیوں پر لوہار کو لوہے کا ہال چڑھاتے ہوئے تم نے اکثر دیکھا ہوگا۔ ہال کو پہیے سے کسی قدر چھوٹا بناتے ہیں۔ پھر آگ میں رکھ کر گرم کرتے ہیں تو حرارت کا اثر اس کو پھیلا دیتا ہے اور وہ پہیے پر بخوبی چڑھ جاتا ہے۔ پھر اس پر ٹھنڈا پانی ڈالتے ہیں تو وہ سکڑ جاتا ہے اور پہیے کو اپنے اندر بھینچ لیتا ہے۔ کواڑوں میں شیشہ لگاتے ہیں تو اس میں بھی پھیلاؤ کا لحاظ رکھتے ہیں۔ چنانچہ شیشوں کو چوکھٹ میں کستے نہیں بلکہ چاروں طرف اس کے پھیلاؤ کے لئے گنجائش چھوڑ دیتے ہیں۔

گھروں میں تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ شیشہ کے موٹے موٹے گلاسوں میں کھولتا ہوا پانی ڈال دیا جاتا ہے تو وہ ٹوٹ جاتے ہیں۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ گرم پانی گلاس کے جس حصہ کو چھوتا ہے وہ گرم ہو جاتا ہے اور شیشہ ایک ایسا جسم ہے کہ حرارت اس کے ایک حصہ سے دوسرے حصہ تک بہت دیر میں پہنچتی ہے۔ نتیجہ اس کا یہ ہے کہ جو حصہ گرم ہو جاتا ہے وہ تو حرارت کے اثر سے پھیل جاتا ہے اور باقی گلاس اپنی اصلی حالت پر رہتا ہے اس لئے گلاس ٹوٹ جاتا ہے۔

اِسی طرح موٹے شیشہ کے گلاس میں برف ڈالتے ہیں تو جس حصہ کو برف چھوتا ہے وہ باقی حصوں کی بہ نسبت زیادہ ٹھنڈا ہو کر سُکڑ جاتا ہے اور گلاس ٹوٹ جاتا ہے۔

مختلف ٹھوس مساوی تپش تک گرم کئے جاتے ہیں تو اُن سب کا پھیلاؤ مساوی نہیں ہوتا۔ ہر ٹھوس کے پھیلاؤ کی مقدار اُس کی نوعیت پر موقوف ہے۔ مثلاً جست، پیتل سے زیادہ اور پیتل، لوہے سے زیادہ پھیلتا ہے۔ نُقرہ اور شیشہ کا پھیلاؤ اِن سب سے کم رہتا ہے۔

تجربہ ۴ —— ایک پتلی پیتل کی چفتی لو جو تقریباً دو فٹ لمبی ہو۔ پھر ایک اتنی ہی لمبی لوہے کی چفتی لے کر دونوں کو ٹانکے سے ایک دُوسرے کے ساتھ جوڑ دو۔ پھر ہتوڑے سے کُوٹ کر دونوں کو ایک جان کر دو۔ اب آگ میں رکھ کر اِس مرکب چفتی کو گرم کرو تو چفتی ایک طرف جُھکنے لگیگی۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ پیتل اور لوہے کا پھیلاؤ مساوی نہیں۔ پیتل زیادہ پھیلتا ہے۔ اِس لئے پیتل کی چفتی اس جُھکاؤ میں باہر کی طرف رہتی ہے کیونکہ پیتل کی چفتی

گرم کرنے سے پہلے

پیتل
لوہا

گرم کرنے کے بعد

پیتل
لوہا

شکل ۲

سے جو مُنحنی پیدا ہوتا ہے اُس کا طول لوہے کے مُنحنی سے زیادہ ہو جاتا ہے۔

اب اِس مرکب چفتی کو ٹھنڈا ہو جانے دو تو وہ اپنی اُس پہلی تپش پر پہنچ کر پھر سیدھی ہو جائیگی - یہ ایک عام قاعدہ ہے کہ جو جسم حرارت کے اثر سے زیادہ پھیلتے ہیں وہ ٹھنڈے ہوتے ہیں تو سکڑتے بھی زیادہ ہیں۔اِسی مرکب چفتی کو نمک ملے یخ میں رکھ دو تو اُس کی تپش یخ کی تپش سے بھی نیچے گِر جائیگی۔ نتیجہ اِس کا یہ ہوگا کہ پیتل کا حصہ لوہے کے حصہ سے زیادہ سکڑ جائیگا اور چفتی اب دُوسری طرف جُھکیگی۔ یعنی پیتل کا حصہ اندر کی طرف رہیگا۔

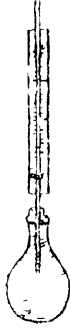
تجربہ ۵ ـــــــ شیشہ کی نلی لے کر اُس کو گیس مشعل کے شعلہ پر خوب گرم کرو۔ جب شیشہ نرم ہو جائے تو اُس کے اندر ایک نُقرہ کا تار ڈال دو۔ ٹھنڈا ہونے پر تم دیکھوگے کہ شیشہ ٹوٹا نہیں اور نُقرہ کا تار اُس کے اندر پھنس گیا ہے۔ نُقرہ اور شیشہ کے پھیلاؤ کی شرح یکساں ہے۔ اِس لئے اِن کے سکڑنے کی شرح بھی برابر رہتی ہے۔ نُقرہ کی بہ نسبت شیشہ زیادہ سکڑتا تو ضرور تھا کہ وہ اپنے ہی دباؤ سے چٹخ جاتا۔ اور اگر نُقرہ شیشہ سے زیادہ سکڑتی تو ٹھنڈی ہونے پر نلی کے اندر پھنس کر نہ آتی بلکہ ڈھیلی رہتی۔ چنانچہ نُقرہ کی بجائے تانبے وغیرہ کا تار ہو تو ٹھنڈا ہونے پر اُس کا یہ حال ہوگا کہ شیشہ چٹخ جائیگا یا تار اُس کے اندر ڈھیلا رہیگا۔

مایع جسموں کا پھیلاؤ ـــــــ ٹھوس جسموں کی طرح مایع بھی تپش کے بڑھنے سے پھیلتے ہیں اور اُس کے گھٹنے سے سکڑتے ہیں۔ لیکن ٹھوس جسموں کی طرح اِن کا پھیلاؤ خفیف سا نہیں ہوتا۔ چنانچہ کسی ٹھوس اور کسی مایع کو مساوی تپش تک گرم کیا جائے تو ٹھوس کے مقابلہ میں مایع کا پھیلاؤ بہت زیادہ ہوگا۔ سکڑنے میں بھی مایع جسموں کا یہی حال ہے۔

مایع چیزوں کو سنبھالنے کے لئے کسی ٹھوس جسم کا وجود ضروری ہے۔ بناء بریں جب ہم یہ دیکھتے ہیں کہ کسی مایع جسم پر حرارت کا کیا اثر ہوتا ہے تو اِس میں برتن کا بھی خیال رکھنا پڑتا ہے کیونکہ مایع جب گرم یا ٹھنڈا ہوتا ہے تو اُس کے پھیلنے یا سکڑنے کے ساتھ ساتھ اُس کے برتن کی بھی یہی حالت ہوتی ہے۔ چنانچہ پانی شیشہ کی صُراحی میں ڈال کر گرم کیا جاتا ہے تو پانی کا حجم بڑھ جاتا ہے اور اُس کے ساتھ ہی صُراحی کا جسم بھی پھیلتا ہے۔ جس سے اُس کے بطن کی وسعت میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ اِس لئے پانی کے حجم کا پھیلاؤ اپنی اصلی مقدار سے کم دکھائی دیتا ہے۔ اِسی حال پر پانی کے سُکڑنے کو قیاس کرلو۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کسی مایع کے پھیلاؤ کی اصلی مقدار معلوم کرنا ہو تو اِس میں اُس برتن کا پھیلاؤ بھی محسوب کرنا پڑیگا جس کے اندر مایع رکھا گیا ہے۔

شیشہ کی صُراحی میں لبالب پانی بھر دو۔ پھر اُسے گرم کرو تو تھوڑی سی دیر کے بعد پانی اپنے پھیلاؤ کے باعث اُبل پڑیگا۔ یہ امر ذیل کے تجربہ سے بخوبی واضح ہو جائیگا۔

تجربہ ۶ ——— شیشہ کی صُراحی رنگیں پانی سے بھرو اور اُس کے مُنہ میں کاک لگاؤ جس میں **ایک** سُوراخ ہو۔ اور سُوراخ میں جیسا کہ شکل ۳ میں دکھایا گیا ہے ایک اٹھارہ انچ کے قریب لمبی شیشہ کی نلی لگا دو۔ اس نلی کے دونوں سرے کُھلے ہونے چاہئیں۔ اور اِس بات کا خیال رکھنا چاہیئے کہ کاک اور پانی کے درمیان ہوا کا کوئی

بلبلہ نہ رہ جائے۔ صُراحی کے مُنہ میں کاک لگاؤگے تو پانی کسی حد تک نلی میں چڑھ جائیگا۔ اب نلی کے ساتھ ایک کاغذ کھڑا کردو جس پر ایسا پیمانہ بنا ہو کہ چوتھائی انچ تک کا نشان دے سکے۔ اس کے بعد صُراحی کو گرم کرنا شروع کرو۔ ابتداء میں پانی نلی میں نیچے اُتر آئیگا۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ پانی تک پہنچنے سے پہلے حرارت صُراحی پر اثر کرتی ہے اور اس کے اثر سے صُراحی کا جسم پھیلتا ہے تو اُس کی گنجائش بڑھ جاتی ہے۔ اس لئے

شکل ۳

صُراحی کی اِس زائد وسعت کو بھرنے کے لئے پانی نیچے اُتر آتا ہے۔ اس کے بعد جب پانی کو حرارت پہنچتی ہے تو وہ بھی پھیلنے لگتا ہے اور اُس کا اُستوانہ نلی کے اندر بالتدریج بلند ہوتا جاتا ہے۔ شیشہ اور پانی کے وجود میں پھیلاؤ کی قابلیت برابر برابر ہوتی تو پانی نلی میں چڑھتا ہؤا معلوم نہ ہوتا۔ لیکن پانی کا یہ حال ہے کہ وہ شیشہ کی بہ نسبت تقریباً بارہ گنا زیادہ پھیلتا ہے۔ اِس لئے صُراحی کے مقابلہ میں پانی کا حجم زیادہ بڑھ جاتا ہے۔ اور اُس کے حجم کی زیادتی کے لئے صُراحی کے اندر گنجائش نہیں رہتی تو نلی میں چڑھنے لگتا ہے۔ اب مبدأ حرارت کو صُراحی سے الگ کردو کہ پانی ٹھنڈا ہوتا جائے۔ اور اِس بات کو ملاحظہ کرو کہ صُراحی اور اُس کا پانی کس انداز سے سُکڑتے ہیں۔

اِسی طرح باقی مایع چیزوں کا پھیلاؤ بھی دکھایا جا سکتا ہے۔ اِس طرح کے ایک ہی آلہ میں باری باری سے مختلف اقسام کی

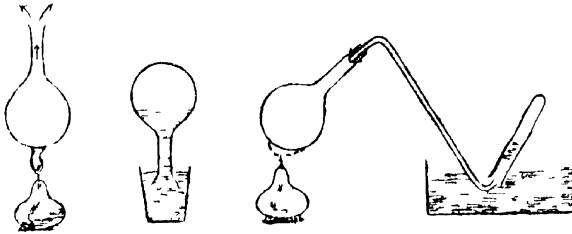
مایع چیزیں ڈال کر تجربہ کرو تو معلوم ہوگا کہ ہر ایک کے لئے پھیلاؤ کی ایک خاص شرح ہے جس کی مقدار مایع کی اپنی نوعیت پر موقوف ہے۔ چنانچہ غول پانی سے زیادہ پھیلتا ہے اور پارے کا پھیلاؤ، پانی کے پھیلاؤ کے نصف سے کچھ ہی زیادہ ہوتا ہے۔

گیسوں کا پھیلاؤ ——— تپش کو برابر برابر بڑھا کر دیکھو تو معلوم ہوگا کہ گیسیں، ٹھوس اور مایع چیزوں کی بہ نسبت زیادہ پھیلتی ہیں۔ اور سب سے زیادہ قابلِ لحاظ یہ بات ہے کہ خاص خاص حالتوں کے سوا جن کا ہم آگے چل کر ذکر کرینگے گیسوں کے پھیلاؤ میں اُن کی نوعیت کو کوئی دخل نہیں ہوتا۔ یعنی پھیلاؤ کی قابلیت میں سب گیسوں کا حال یکساں ہے۔

تجربہ ۸ ——— ایک چھوٹی سی شیشہ کی صُراحی لو جس کے اندر ہوا کے سوا کوئی چیز نہ ہو۔ اِس صراحی کو احتیاط کے ساتھ گرم کرو۔ حرارت کے اثر سے صُراحی کے اندر کی ہوا گرم ہو کر پھیلیگی اور اُس کا کچھ حصہ صُراحی سے باہر نکل جائیگا۔ اب صُراحی کو اُلٹ کر اُس کا مُنہ جلدی سے پانی کے اندر ڈال دو۔ صُراحی جُوں جُوں ٹھنڈی ہوگی کرۂ ہوائی کا دباؤ پانی کو اُس کے اندر داخل کرتا جائیگا۔ اور آخر اِس قدر پانی اُس کے اندر بھر جائیگا کہ جتنی ہوا خارج ہوگئی تھی اُس کی جگہ گھیر لیگا۔

اب چھوٹی سی شیشہ کی صُراحی لے کر اُس کے مُنہ میں چُست کاک لگاؤ۔ اِس کاک کے سُوراخ میں جیسا کہ شکل ۸ میں دکھایا گیا ہے ایک مُڑی ہوئی شیشہ کی نلی لگا دو۔ اور کسی برتن میں پانی ڈال کر نلی کا دُوسرا

سرا پانی کے اندر رکھ دو۔ اِس کے بعد ایک امتحانی نلی میں مُنہ تک پانی بھرو اور اُس کا

شکل ۴

مُنہ انگوٹھے سے بند کر کے اِس احتیاط کے ساتھ پانی کے اندر لے جاؤ کہ امتحانی نلی میں ہوا داخل نہ ہونے پائے۔ اب مُڑی ہوئی نلی کا آزاد سرا امتحانی نلی کے مُنہ میں رکھو اور صُراحی کو حرارت پہنچا کر اُس کے اندر کی ہوا کو گرم کرو۔ ہوا گرم ہو کر پھیلیگی تو اُس کا کچھ حصہ صُراحی سے خارج ہو کر امتحانی نلی میں جمع ہو جائیگا۔ اور اپنے مساوی الحجم پانی کو باہر نکال دیگا۔ اب شُعلہ کو صُراحی سے الگ کر دو تو اُس کے اندر کی ہوا ٹھنڈی ہو کر سُکڑنے لگیگی۔ اور برتن کا پانی مُڑی ہوئی نلی میں چڑھتا جائیگا۔

اِس تجربہ میں جو صُراحی استعمال ہوئی ہے اُسی شکل و حجم کی تین صُراحیاں لو۔ ایک میں کوئلہ کی گیس، دُوسری میں حمضین گیس، اور تیسری میں معمولی ہوا بھرو۔ پھر اِس کے بعد اِن تینوں صُراحیوں کو ایک بڑے سے پیالے کے اندر گرم پانی میں رکھ دو۔ ہر صُراحی کے اندر کی گیس گرم ہو کر پھیلیگی اور اُس کا کچھ حصہ صُراحی سے نکل کر امتحانی نلی میں داخل ہو جائیگا۔ اب تینوں امتحانی نلیوں کی گیسوں کا مقابلہ کرو تو معلوم ہوگا کہ

اُن کی مقداریں تقریباً مساوی ہیں۔ تھوڑا سا فرق جو نظر آتا ہے وہ محض اِس وجہ سے ہے کہ گیسیں جب پانی میں سے گزرتی ہیں تو اُن کا کچھ حصہ پانی میں جذب ہو جاتا ہے اور جذب ہونے میں سب کا درجہ مساوی نہیں۔ اِس سے ثابت ہُوا کہ گیسیں مساوی تپش تک گرم کی جائیں تو اُن سب کا پھیلاؤ مساوی رہتا ہے۔

پھیلاؤ سے جسموں کی کثافت بدل جاتی ہے ——

اُوپر کے تجربوں سے تم سمجھ سکتے ہو کہ مادی جسم ٹھوس ہوں یا مایع یا گیس، اُن کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو اُن کا حجم بڑھ جاتا ہے اور جب وہ ٹھنڈے ہوتے ہیں تو اُن کا حجم گھٹ جاتا ہے۔ اب دیکھنا یہ ہے کہ جسموں کی کثافت پر اِن واقعات کا کیا اثر ہوتا ہے۔ کثافت کی تعریف میں تم پڑھ چکے ہو کہ اِس سے کسی جسم کی کمیتِ مادہ فی اِکائی حجم مُراد ہے۔ اِسی خیال کو ریاضی کی زبان میں $\frac{\text{کمیتِ مادہ}}{\text{حجم}}$ سے تعبیر کرتے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ کوئی جسم پھیل کر بہت سی جگہ گھیر لے یا سُکڑ کر تھوڑی سی جگہ میں آ جائے تو اُس کی کمیت ہر حال میں وُہی رہیگی۔ جب تک کسی جسم کا کوئی حصہ اُس کے وجود سے الگ نہ کر دیا جائے اُس کی کمیت میں کچھ فرق نہیں آ سکتا۔ پھر اگر کمیت ایک حال پر قائم رہے اور حجم کم و بیش ہوتا جائے تو اِس میں شک نہیں کہ کثافت کا بدل جانا اِس کا لازمی نتیجہ ہے۔ کیونکہ کثافت کی تعریف $\frac{\text{کمیتِ مادہ}}{\text{حجم}}$ ہے۔ کمیتِ مادہ اگر ایک حال پر قائم رہے اور حجم بڑھتا جائے تو اِس کسر کی قیمت گھٹتی جائیگی۔ اور حجم گھٹیگا تو

اِس کسر کی قیمت بڑھتی جائیگی۔ اِس سے ثابت ہے کہ حرارت کے اثر سے جسموں کی کثافت کم ہو جاتی ہے۔یا یوں کہو کہ حرارت کے اثر سے جسم پھیل کر لطیف ہو جاتے ہیں۔ اور سُکڑتے ہیں تو اُن کی کثافت بڑھ جاتی ہے۔ اِس لئے اگر مختلف اجسام کی کثافتوں کا مقابلہ کرنا ہو تو صحیح اندازہ کے لئے ضروری ہے کہ اُن سب کی تپش یکساں ہو۔

مادّی جسموں کو حرارت پہنچتی ہے تو وہ پھیل جاتے ہیں۔ لیکن تم نے کبھی اِس بات پر بھی غور کیا ہے کہ اِس پھیلاؤ کی اصلیت کیا ہے؟ اِن جسموں کو کیا ہو جاتا ہے کہ وہ پھیل کر زیادہ جگہ گھیر لیتے ہیں؟ حرارت تو توانائی کی ایک شکل ہے اور توانائی خود جگہ نہیں گھیرتی۔ پھر جسموں کا پھیل جانا کیا معنی؟ مادہ کے اندر وہ کونسی چیز ہے جس میں فرق آجاتا ہے تو وہ پھولنے لگتا ہے؟ آؤ اِس بات کو سمجھنے کے لئے پھر مادہ کی ترکیب پر غور کریں۔

تم پڑھ چکے ہو کہ جسم' سالمات کے اجتماع سے صورت پذیر ہوتے ہیں۔ اور سالمات خواہ کتنے ہی قریب قریب کیوں نہ ہوں پھر بھی اُن کے درمیان کچھ نہ کچھ فاصلہ ضرور باقی رہ جاتا ہے۔ اُن کی ترتیب کو یوں تصور کرو کہ تمہارے سامنے ایک دُوسری کو چھوتی ہوئی کئی گیندیں رکھی ہیں۔ اِن گیندوں کو جتنا چاہو قریب قریب کر دو پھر بھی ہر تین گیندوں کا مجموعہ بیچ میں اچھی خاصی جگہ خالی چھوڑ دیگا۔ سالمات کی جسامت نہایت خفیف ہے۔اِس لئے اِن کے

درمیان جو فاصلے رہ جاتے ہیں وہ بھی بہت چھوٹے ہوتے ہیں۔ تاہم اُن کے وجود سے تو انکار نہیں ہو سکتا۔ اِن ہی فاصلوں کی وجہ سے مادّیات کے وجود میں تخلخل پیدا ہوتا ہے۔ہم پہلے بیان کرچکے ہیں کہ مادّی جسموں کے سالمات ہمیشہ حرکت میں رہتے ہیں۔کسی جسم کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو اُس کے سالمات کی حرکت زیادہ تیز ہو جاتی ہے۔ اِس لئے وہ وسعتِ میدان کے طالب ہوتے ہیں۔ جس کا نتیجہ یہ ہے کہ جسم کا تخلخل بڑھ جاتا ہے۔اور یہی اضافۂ حجم کی اصلیت ہے۔ اِس بناء پر جب ہم یہ کہیں کہ فلاں جسم حرارت سے پھیل گیا ہے تو اِس سے یہ نہ سمجھنا چاہیئے کہ اُس کے سالمات نے فرداً فرداً پھیل کر زیادہ جگہ گھیر لی ہے۔ اور اِن ہی چھوٹی چھوٹی مقداروں کے جمع ہونے سے ہمیں جسمِ مذکور کا حجم بڑھا ہؤا نظر آتا ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ سالمات کا اپنا حجم ہمیشہ ایک حال پر قائم رہتا ہے۔ یہ صرف اُن کے درمیانی فاصلے ہیں جو بڑھ جاتے ہیں اور جسم زیادہ جگہ گھیرنے لگتا ہے۔

پہلی فصل کی مشقیں

۱۔ سالمہ کسے کہتے ہیں؟

۲۔ کسی مادّی جسم کی تپش سے کیا مُراد ہے؟

۳۔ حرارت اور تپش میں تم کس طرح تمیز کروگے؟

۴۔ مادّی جسم حرارت کھا کر پھیل جاتے ہیں۔ اِس پھیلاؤ کی اصلیت کیا ہے؟

۵۔ کیا یخ کے وجود میں بھی حرارت کا امکاں ہے؟ اِس امکان پر تم کونسے دلائل قائم کرو گے؟

دُوسری فصل

تپش پیما

تپش کے نام سے کسی جسم کی اُس کیفیت کی تعیین ہوتی ہے جس کو ہم گرمی کہتے ہیں۔ اِس کیفیت کی تعیین میں سب سے پہلی چیز جو ہمیں مدد دیتی ہے وہ ہماری قوتِ لامسہ ہے۔ مختلف چیزوں کو ہاتھ سے چُھو کر ہم بتا سکتے ہیں کہ کون سی چیز زیادہ گرم ہے اور کون سی چیز کم۔ لیکن اِس میں دقت یہ ہے کہ یہ ایک موٹا سا تخمینہ ہے۔ علاوہ بریں ہمارے حواس اکثر دھوکا کھا جاتے ہیں۔ اِس نکتہ کو سمجھنے کے لئے ذیل کے تجربہ پر غور کرو۔

تجربہ ۵ —— ایک گلاس میں یخ کا ٹھنڈا پانی لو اور دُوسرے میں گرم پانی۔ تیسرے گلاس میں کُوئیں کا معمولی تازہ پانی ڈال دو۔ اب ایک ہاتھ ٹھنڈے پانی میں رکھو اور دُوسرا گرم پانی میں۔ پھر تھوڑی سی دیر کے بعد دونوں ہاتھ جلدی سے معمولی تازہ پانی میں ڈال دو۔ دیکھو وُہی پانی ٹھنڈے پانی سے آنے والے ہاتھ کو تو گرم معلوم

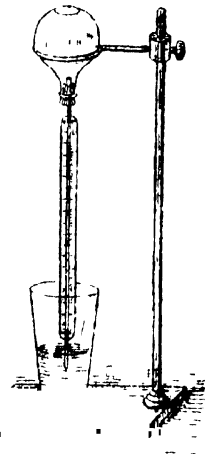
ہوتا ہے اور گرم پانی سے آنے والے ہاتھ کو ٹھنڈا معلوم ہوتا ہے۔

اس تجربہ سے ثابت ہے کہ ہمارے جسم کی حرارت کسی دُوسرے جسم میں داخل ہوتی ہے تو وہ جسم ہمیں ٹھنڈا معلوم ہوتا ہے اور کسی دُوسرے جسم کی حرارت اُس کے وجود سے نکل کر ہمارے جسم میں داخل ہوتی ہے تو وہ جسم گرم معلوم ہوتا ہے۔ پھر یہی نہیں بلکہ اس کے ساتھ ایک اور دقّت یہ بھی ہے کہ کسی جسم کو چھو کر اُس کی گرمی کا اندازہ کرتے ہیں تو ہمارے احساس میں اِس جسم کے مادہ کی نوعیت کو بھی بہت کچھ دخل ہوتا ہے۔ مثلاً ایک لکڑی کا ٹکڑا اور ایک لوہے کا ٹکڑا رات بھر کُھلی ہوا میں پڑا رہے تو کوئی وجہ نہیں کہ صبح کے وقت اُن کی تپش میں کچھ اختلاف ہو۔ لیکن واقعہ یہ ہے کہ چُھونے سے لوہے کا ٹکڑا لکڑی کے ٹکڑے سے زیادہ سرد معلوم ہوگا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ لوہا ہمارے جسم سے جلدی جلدی حرارت لیتا جاتا ہے اور ہمارے اِحساس کا یہ عالم ہے کہ ہمارے جسم سے حرارت جس قدر تیزی کے ساتھ خارج ہوتی ہے اُسی قدر ہم زیادہ سردی محسوس کرتے ہیں۔ لکڑی میں یہ قابلیت نہیں کہ اس امر میں لوہے کی برابری کرسکے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ کسی جسم کی تپش کا اندازہ کرنا ہو تو ہماری قوتِ لامسہ اِس قابل نہیں کہ اُس پر اعتماد ہوسکے۔ اِس لئے ضروری ہے کہ تپش کی تعیین کے لئے کوئی بہتر صورت تلاش کی جائے۔

اِس مطلب کے لئے آلات کی ضرورت پڑتی ہے اور جس آلہ سے کسی جسم کی تپش معلوم کی جاتی ہے اُسے تپش پیما کہتے ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ مادیات کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو اُن کی تپش بڑھ جاتی ہے۔ لیکن اِس تغیر کو براہ راست ٹھیک معلوم کرلینا ممکن نہیں۔ اِس لئے کسی اَور قسم کے تغیر کا سہارا لینا پڑتا ہے۔ مثلاً مادّی چیزوں کو گرم کیا جاتا ہے تو یہی نہیں ہوتا کہ اُن کی تپش بڑھ جاتی ہے بلکہ اِس کے ساتھ ساتھ مادّی چیزوں کا حجم بھی بڑھتا جاتا ہے۔ اب اگر یہ معلوم ہو جائے کہ کسی جسم کی تپش کے تغیر اور حجم کی کمی بیشی کو ایک دُوسرے کے ساتھ کیا تعلق ہے تو حجم کے تغیر کو دیکھ کر تپش کا تغیر دریافت کرلینا کچھ دُشوار نہیں۔ ہم اِس فصل میں اُن تپش پیماؤں کا ذکر کرینگے جن کا اُصولِ عمل اِسی تعلق پر مبنی ہے۔

تجربہ ۹ ــــــ شیشہ کی صُراحی لے کر اُس کے مُنہ میں ربڑ کی ایک ایسی ڈاٹ لگا دو جس میں ایک سُوراخ اور سُوراخ میں تقریباً دو فُٹ لمبی شیشہ کی مستقیم نلی ہو۔ اِس صُراحی کو اُلٹ کر اِس طرح رکھو کہ نلی کا باہر نکلا ہُوا سِرا کسی برتن (شکل ۵) کے اندر پانی میں ڈوبا رہے۔ پانی میں تھوڑا سا رنگ مِلا دو۔ اِس سے پانی کی نقل و حرکت کا احساس آسان ہو جائیگا۔ اب صُراحی پر اپنا ہاتھ رکھو۔ تمہارے ہاتھ کی حرارت سے صُراحی گرم

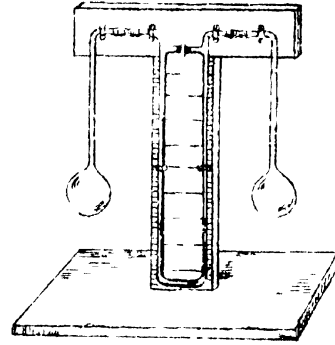
شکل ۵

ہو جائیگی جس سے صراحی کے اندر کی ہوا گرم ہو کر پھیلیگی اور اُس کا کچھ حصہ پانی میں سے ہوتا ہُوا باہر نکل جائیگا۔ اِس کے بعد ہاتھ کو صراحی سے الگ کر لو تو پانی نلی میں چڑھنے لگیگا اور اِس قدر چڑھ جائیگا کہ جتنی ہوا باہر نکل گئی تھی اُس کی جگہ گھیر لیگا۔ کوئی ایسا جسم صراحی کے ساتھ چھوتا ہُوا رکھ دیا جائے جس کی تپش تمہارے ہاتھ کی تپش سے بلند تر ہو تو صراحی کے اندر سے زیادہ ہوا خارج ہوگی اور مبدأ حرارت کو ہٹا لینے کے بعد پانی نلی کے اندر زیادہ بلندی تک چڑھیگا۔ پس یہ ایک سادہ سا تپش پیما ہے جس سے تم مختلف جسموں کی تپش کا اندازہ کرسکتے ہو۔ کاغذ پر برابر برابر فاصلے چھوڑ کر نشان کر لو اور اِس کاغذ کو نلی کے ساتھ کھڑا کر دو تو یہ تمہیں پیمانہ کا کام دیگا۔ اور نلی کے اندر پانی کی بلندی دیکھ کر تم معلوم کر سکو گے کہ کونسا جسم کس قدر گرم ہے۔

لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہئے کہ پیمانہ جو ہم نے مقرر کیا ہے وہ محض ایک اختیاری چیز ہے۔ اِس میں ہم نے کسی معیّن اصول کا سہارا نہیں لیا۔ علاوہ بریں اِس بات کا بھی خیال رکھنا چاہئے کہ اِس آلہ کے اصولِ عمل میں ہم نے ایک بات فرض کر لی ہے اور یہ نہیں

دیکھا کہ اِس بات کو فرض کرلینے میں ہم کہاں تک حق بجانب ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس آلہ کی صُراحی اگر کسی ایسے جسم کو چُھو رہی ہو جس کی تپش اِس صُراحی کی اپنی تپش سے زیادہ ہے تو اِس کے اندر کی ہوا کا ایک حصہ خارج ہو جائیگا۔ اور بعد میں اِسی نسبت سے برتن کا پانی نلی میں چڑھ آئیگا۔ پھر اگر کوئی ایسا جسم صُراحی کے قریب لایا جائے جو جسم مذکور سے بھی زیادہ گرم ہو تو اِس صورت میں پانی نلی کے اندر اَور زیادہ بلندی تک چڑھیگا۔ اور ہم کہینگے کہ دُوسرے جسم کی تپش پہلے جسم کی تپش سے زیادہ ہے۔ لیکن کتنی زیادہ ہے؟

اِس سوال کا جواب دریافت کرنے کے لئے یہ معلوم ہونا چاہئے کہ تپش کی زیادتی کو اُس چیز کے پھیلاؤ سے کیا تعلق ہے جس کے خواص پر ہم نے مدارجِ تپش کے امتیاز کی بناء رکھی ہے۔ تجربہ ۸ میں ہم نے مان لیا ہے کہ ہوا کی تپش میں اگر دو درجہ کا اضافہ محسوس ہو تو صُراحی کے اندر ہوا کے حجم میں اِتنا اضافہ ہو جائیگا کہ وہ اُس اضافہ سے دو چند ہوگا جو تپش کے ایک درجہ بڑھ جانے سے اِس ہوا کے حجم میں ہوتا ہے۔ لیکن جب تک اِس واقعہ کی صداقت، تجربہ سے ثابت نہ ہو جائے ہم اِس کو صحیح مان لینے کے مجاز نہیں۔

فرق نما تپش پیما ——— جیسا کہ شکل ۶ میں دکھایا

گیا ہے دو لمبی اور پتلی گردن کی صُراحیاں یا جوفے لو اور اُن کو شیشہ کی ایک ایسی نلی سے ایک دُوسرے کے ساتھ ملا دو جو چھ مرتبہ زاویۂ قائمہ پر مُڑی ہوئی ہو۔ اِس نلی کے درمیانی موڑوں میں کوئی رنگدار مایع بھر دو۔ جب آلہ تیار ہو جائیگا تو درمیانی موڑ کی دونوں ساقوں میں مایع کی بلندی مساوی ہوگی اب ایک صُراحی کو معمولی درجہ کے گرم پانی میں رکھ دو اور دُوسری کو معمولی تازہ پانی میں۔ نتیجہ اِس کا یہ ہوگا کہ وہ صُراحی جو گرم پانی میں رکھی ہے اُس کے اندر کی ہوا گرم ہو کر پھیلیگی اور پھیلاؤ سے

شکل ۲۔ فرق نما تپش پیما

اُس کا دباؤ بڑھ جائیگا۔ اِس دباؤ کے اثر سے اِدھر کی ساق میں مایع کی بلندی کم اور دُوسری ساق میں زیادہ ہو جائیگی۔ اِس سے پتہ چل جائیگا کہ کون سے پانی کی تپش زیادہ ہے۔ اِسی طرح اِس آلہ کی مدد سے دُوسری چیزوں کی تپش کا فرق بھی معلوم ہو سکتا ہے۔ اِس بناء پر اِس کو **فرق نما تپش پیما** کہتے ہیں۔ نلی کی ساقوں میں مایع کی بلندیوں کا فرق دیکھ کر صرف یہی معلوم نہیں ہوتا کہ کون سی چیز زیادہ گرم ہے بلکہ اِس بات کا بھی کچھ کچھ

پتہ چل جاتا ہے کہ جن چیزوں کا مقابلہ کر رہے ہیں اُن کی تپش کا فرق کس قدر ہے۔ لیکن اِس بات کو بھولنا نہ چاہیئے کہ یہ اندازہ محض ایک موٹا سا اندازہ ہے۔ اِس آلہ سے معلومات میں وہ نزاکت پیدا نہیں ہوسکتی جو علمی باتوں کے لئے درکار ہے۔

اِن تجربوں سے تم نے دیکھ لیا ہوگا کہ ہوا کے پھیلاؤ سے ہم نے تپش کے اندازہ کا کام لیا ہے۔ لیکن یہ کچھ ہوا ہی کے وجود پر موقوف نہیں۔ مایع اور ٹھوس اجسام بھی حرارت سے پھیلتے ہیں۔ اگر یہ معلوم ہو کہ کسی مایع یا ٹھوس کی تپش کی ترقی اور اُس کے پھیلاؤ میں کیا تعلق ہے تو اِس کے پھیلاؤ سے تپش کے اندازہ میں کام لیا جا سکتا ہے۔

مثلاً شیشہ کی صُراحی میں مُنہ تک پانی بھر دو اور اُس کے مُنہ میں ربڑ کی ایک ایسی ڈاٹ لگا دو جس میں ایک سُوراخ ہو اور سُوراخ میں تقریباً دو فُٹ لمبی شیشہ کی نلی ہو۔ نلی کے ساتھ حسبِ مرضی ایک پیمانہ بنا کر کھڑا کر دو اور اِس بات کی احتیاط رکھو کہ ڈاٹ اور پانی کے درمیان ہوا نہ رہنے پائے۔ یہ آلہ تپش پیما کا کام دے سکیگا۔ لیکن اِس آلہ کو تپش کے اندازہ کے لئے استعمال کرنے سے پہلے اِس بات کا علم ہونا چاہیئے کہ تپش کے مختلف درجوں پر پانی کے پھیلاؤ کا کیا انداز ہے۔ یہ معلوم نہ ہوتو

پیمانہ کی درجہ بندی اعتبار کے قابل نہ ہوگی۔ آگے چل کر تم دیکھو گے کہ پانی کا پھیلاؤ ایک اندازِ مقررہ کا تابع نہیں۔ تپش کے مختلف درجوں پر اِس کے پھیلاؤ میں سخت اختلاف پایا جاتا ہے۔ علاوہ بریں پانی کا خاصہ ہے کہ بہت سی حرارت لے کر تھوڑا سا پھیلتا ہے۔ اِس لئے یہ آلہ تپش کی خفیف تبدیلیوں کا پتہ نہیں دے سکتا۔ اور تپش پیما کی خوبی اِسی بات پر موقوف ہے کہ اِس سے ذرا ذرا سے تغیر بھی محسوس ہوتے رہیں۔ پھر یہی نہیں بلکہ پانی کا مایع کی شکل میں رہنے کا دائرہ بھی بہت تنگ ہے۔ جب اِسے گرم کیا جاتا ہے تو اِس کی تپش ابھی معمولی سی ہوتی ہے کہ کھول کر بھاپ بننے لگتا ہے۔ پھر اِس کو ٹھنڈا کرتے ہیں تو بہت جلد جم کر یخ بن جاتا ہے اور جب یخ بنتا ہے تو یخ کا حجم اپنے پانی کے حجم سے زیادہ ہو جاتا ہے جس کے دباؤ سے صُراحی کا چٹخ جانا کچھ بعید نہیں۔ اِس کے علاوہ پانی کے استعمال میں اور بھی کئی خرابیاں ہیں۔ اِن وجوہات کی بناء پر پانی تپش پیما کے لئے موزون نہیں۔ اور اِس کی جگہ عموماً پارا استعمال کیا جاتا ہے۔

پارا ایک ایسی چیز ہے کہ تپش پیما کے لئے ہر طرح ترجیح کے قابل ہے۔ اِس میں وہ خوبیاں پائی جاتی ہیں جو باقی مایع چیزوں میں بہت کمیاب ہیں۔ اِس کی ترجیح کے چند وجوہات ہم ذیل میں درج کرتے ہیں:-

(ا) پارا نلی کے اندر بخوبی نظر آسکتا ہے اور اِس بات کا معلوم کرلینا کچھ دشوار نہیں ہوتا کہ اِس کے اُستوانہ کی چوٹی کس مقام پر ہے۔

(ب) پارا جس برتن میں رکھا جاتا ہے اُس کو بھگوتا نہیں۔ وہ مایع جو برتن کو بھگو دیتے ہیں اُنھیں تپش پیما میں استعمال کرنا خطرناک ہے۔ اِس قسم کی مایع چیزوں کا اُستوانہ تپش کے تنزل سے نلی میں نیچے اُترتا ہے تو نلی کی اندرونی سطح بھیگی رہتی ہے۔ اور مایع کا یہ حصہ جو نلی کو بھگونے میں صرف ہو جاتا ہے بہت آہستہ آہستہ نیچے اُترتا ہے۔ اِس سے تپش پیما کے پڑھنے میں غلطی ہو جاتی ہے اور تپش کا اندازہ صحیح نہیں رہتا۔ پارے کے استعمال سے یہ نقص رفع ہو جاتا ہے۔

(ج) تپش کی ذرا سی زیادتی سے پارا اِس قدر پھیل جاتا ہے کہ اِس کا پھیلاؤ آسانی سے محسوس ہو سکتا ہے۔ اِس لئے تپش پیما میں اگر پارا استعمال کیا جائے تو وہ تپش کی خفیف تبدیلیوں کا بھی پتہ دے سکتا ہے۔

(د) پارے کی خاصیت یہ ہے کہ اِس کے ایک حصہ کو حرارت پہنچائی جائے تو حرارت کا اثر بہت جلد اِس کے تمام وجود میں پھیل جاتا ہے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ پارا جس جسم کے ساتھ چھوتا ہوا رکھا جائے فوراً اُس کی تپش پر پہنچ جاتا ہے۔

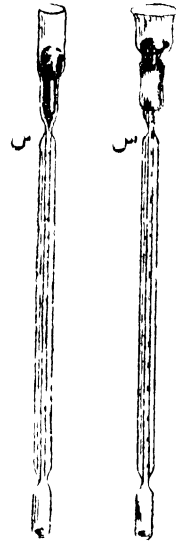
(ہ) پارے کی تپش بڑھانے کے لئے بہت تھوڑی

حرارت درکار ہے۔ اِس لئے جس جسم کی تپش معلوم کرنا ہو اُس کی حرارت کا بہت خفیف سا حصہ تپش پیما کو گرم کرنے میں صرف ہوتا ہے۔ اور اِس طرح جسمِ مذکور کی تپش تقریباً بلا تغیر معلوم ہو جاتی ہے۔

(ہ) پارے کے درجۂ انجماد اور درجۂ جوش کے درمیان فاصلہ بہت زیادہ ہے۔ اِس لئے سیمابی تپش پیما آبی تپش پیما کی طرح جلد بیکار نہیں ہوتا۔ بلکہ دُور تک کام دے سکتا ہے۔

تجربہ ۱۰ — تپش پیما کی ساخت —

تپش پیما بنانے کی ایک نلی لو جس کا ایک سرا بند اور دُوسرا کُھلا ہو۔ اِس قسم کی نلیوں میں بند سرا جوفہ دار اور کُھلا سرا چوڑا ہوتا ہے تاکہ وہ قیف کا کام دے سکے۔ تپش پیما کی نلی میں اِس بات کا خصوصیت سے لحاظ ہونا چاہئیے کہ اِس کا سُوراخ باریک ہو اور سُوراخ کی تراشِ عمودی کا قُطر کسی مقام پر کم و بیش نہ ہو۔ نلی کا کُھلا سرا قیف کی شکل کا نہ ہو تو جیسا کہ شکل ۱۰ میں دکھایا گیا ہے اِس سرے پر ربڑ کی نلی سے ایک قیف جوڑ دو۔ اِس کے بعد قیف میں خشک اور صاف پارا ڈالو۔ تم دیکھوگے کہ سُوراخ کی باریکی کی وجہ سے اندر کی ہوا پارے کو نلی میں گھُسنے نہیں دیتی۔ اب جوفہ کو نرم نرم آنچ دو تو اندر کی ہوا گرم ہوکر پھیلیگی اور اُس کا ایک حصہ باہر نکل جائیگا۔ اِس کے بعد مبدأ حرارت کو ہٹا لو تو اندر کی ہوا ٹھنڈی ہو جائیگی اور کرۂ ہوائی کے دباؤ کی زیادتی سے کچھ پارا نلی میں گھُس کر

اُس کے جوفہ میں پہنچ جائیگا۔ اِسی طرح بار بار کرتے جاؤ یہاں تک کہ اندر کی ہوا باہر نکل جائے اور نلی کا جوفہ بھر جانے کے بعد نلی کے کچھ حصہ میں پارے کا اُستوانہ کھڑا ہو جائے۔ اب نلی کو قیف کے قریب گرم کرکے کھینچ لو کہ پتلی ہو جائے۔ پھر اِس مقام پر نلی کو کاٹ دو۔ تصویر میں یہ مقام س سے تعبیر کیا گیا ہے۔ کاٹنے کے بعد نلی کا مُنہ کھُلا رہنا چاہئے۔ اِس کے بعد نلی کو خوب گرم کرو۔ نلی کے اندر پارا پھیلنے لگیگا۔ جب پھیل کر مُنہ تک پہنچ جائے اور نلی کے اندر ہوا کا کوئی نشان باقی نہ رہے تو کھُلے مُنہ کو گرم کرکے اِس پر فوراً سلیمانی مُہر کر دو۔ اب تمہارے پاس پارا، شیشہ کے جوفہ اور نلی کے اندر بند ہے جہاں اُس کا پھیلاؤ اور سُکڑاؤ بخوبی دیکھا جاسکتا ہے۔ اِس عمل کے ختم ہو چکنے کے بعد جب آلہ ٹھنڈا ہوگا تو نلی کے اندر پارے کا اُستوانہ نیچے اُترنے لگیگا۔ اور آخرِ کار جب اِس کی تپش اِرد گرد کی ہوا کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آجائیگی تو پارے کا اُستوانہ نلی کی ایک تہائی سے زیادہ بلند نہ ہوگا۔

س س

شکل ۷

تپش پیما بننے کی حالت میں۔

تجربہ ۱۱ —— تپش پیما کا عمل ——

یہ تپش پیما جو تم نے تیار کیا ہے اِس کا جوفہ گرم پانی میں رکھ دو اور پارے کے اُستوانہ کی چوٹی نلی میں جس مقام پر جاکر ٹھیرے وہاں

نشان کر لو۔ اِس کے بعد جوَفہ کو ٹھنڈے پانی میں رکھو تو پارا نلی میں نیچے اُترنے لگیگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ آلہ کے پارے کو حرارت پہنچتی ہے تو وہ پھیل جاتا ہے اور ٹھنڈا ہوتا ہے تو سکڑنے لگتا ہے۔ اب اگر ہمارے پاس پارے کا پھیلاؤ معلوم کرلینے کے لئے کوئی پیمانہ موجود ہو تو نلی میں اُس کی نقل و حرکت کو دیکھ کر تپش کا اندازہ کر لینا کچھ دُشوار نہیں۔

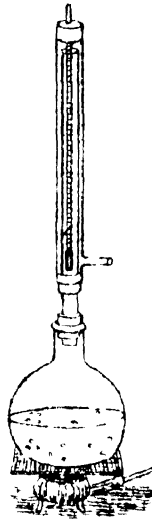
لیکن یہ پیمانہ کہاں سے لیا جائے؟ اِس پیمانہ کو کس اُصول پر تیار کرنا چاہئے؟ یہ ظاہر ہے کہ طول کا معمولی پیمانہ نلی کے ساتھ کھڑا کر دیا جائے تو اِس سے کام نہیں چل سکتا۔ طول کے پیمانہ سے یہ معلوم ہوسکتا ہے کہ نلی کے اندر پارے کا اُستوانہ کتنا بلند ہے۔ لیکن پھر اِس کا علاج کیا ہے کہ پارا ایک مایع چیز ہے اور اِس قسم کے تمام آلوں میں اِس کی مقدار مساوی نہیں ہوتی۔ اِس لئے جب مختلف آلے یکساں تپش پر رکھے جاتے ہیں تو اُن کی نلیوں میں پارے کے اُستوانوں کی بلندی برابر نہیں رہتی۔ بناء برین اِس مطلب کے لئے ایسا پیمانہ تلاش کرنا چاہئے جس کی بناء آلہ کی کسی ذاتی خصوصیت پر نہ ہو۔ اِس صورت میں ہمارے پیمانہ کی اِکائی اِس طرح کی ہوگی کہ ہر آلہ بلا تفاوت وُہی کام دے سکیگا۔

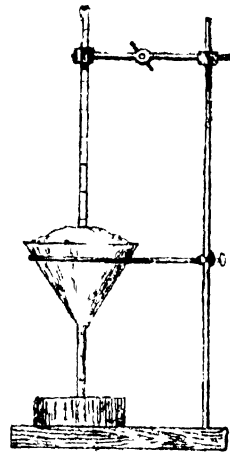
اِس اِکائی کی قیمت پانی کی مدد سے مقرر کی جاتی ہے۔

خالص پانی کا خاصہ ہے کہ کرۂ ہوائی کے کسی معیّن دباؤ کی تحت میں دیکھا جائے تو ایک مُعیّن تپش پر جم کر یخ بن جاتا ہے اور ایک معیّن تپش پر کھولنے لگتا ہے۔ اگر اِن دو درجوں کا نشان معیّن ہو جائے تو پھر پیمانہ کا تیار کر لینا کچھ دشوار نہیں۔ تپش پیما کے جوفہ اور نلی میں پارا بھر لینے کے بعد یہ دیکھنا چاہئے کہ تپش پیما کا پارا جب اُس تپش پر پہنچتا ہے جہاں پانی یخ بننے لگتا ہے تو اُس وقت نلی میں پارے کی چوٹی کہاں ٹھیرتی ہے۔ پھر اِس کے بعد یہ دیکھنا چاہئے کہ تپش پیما کا پارا جب اُس تپش پر پہنچتا ہے جہاں پانی کھولنے لگتا ہے تو اِس صورت میں پارے کے اُستوانہ کی چوٹی کہاں پہنچ جاتی ہے۔ اِن مقامات پر نشان کر لو تو تمہیں دو قدرتی حدیں مل جائینگی جو ہمیشہ ایک حال پر قائم رہتی ہیں۔ یہ گویا تپش پیما کے دو **ثابت نقطے** ہیں۔ نیچے کے نقطہ کو عموماً نقطۂ انجماد یا **ثابت** نقطۂ ادنیٰ کہتے ہیں اور اُوپر کا نقطہ نقطۂ جوش یا ثابت نقطۂ اعلیٰ کہلاتا ہے۔

تپش پیما کے ثابت نقطے ——— نقطۂ انجماد دریافت کرنے کے لئے تپش پیما کے جوفہ اور اُس کی نلی کے ایک حصہ کو صاف اور خالص **پگھلتے ہوئے** یخ (شکل ۸) میں رکھ دیتے ہیں۔ خالص ہونے میں فرق نہ ہو تو پگھلتے ہوئے یخ کی تپش ہمیشہ وُہی ہوتی ہے جس پر

پانی جم کر یخ بننے لگتا ہے۔ اِس بات کا خیال رکھنا چاہئے کہ یخ پگھلتا ہؤا نہ ہو تو ممکن ہے کہ اُس کی تپش نقطۂ انجماد سے نیچے ہو۔ پگھلتے ہوئے یخ میں اِس خرابی کا احتمال نہیں رہتا۔ تپش پیما کو پگھلتے ہوئے یخ میں جب تقریباً دس دقیقے گزر جائیں تو اِس عرصہ میں اُس کی تپش پانی کے نقطۂ انجماد پر آجائیگی۔ اب اِس کو ذرا اُوپر اُٹھاؤ کہ نلی کے اندر پارے کی چوٹی نظر آنے لگے۔ پھر نلی کے اُوپر عین پارے کی چوٹی کے محاذی ریتی سے کھُرچ کر نشان بنا دو۔ یہ تپش پیما پر نقطۂ انجماد کا نشان ہوگا۔

تپش پیما پر نقطۂ جوش معلوم کرنے کے لئے اُس کے جوفہ کو کھولتے ہوئے پانی کی بھاپ میں رکھنا چاہئے۔ اِس مطلب کے لئے شکل ۹ کا آلہ نہایت موزون ہے اِس آلہ میں جیسا کہ

شکل ۹

نقطۂ جوش کی تعیین

شکل ۸

نقطۂ انجماد کی تعیین

شکل میں دکھایا گیا ہے تپش پیما کو داخل کر دو اور صُراحی کو حرارت پہنچا کر پانی کو کھولانا شروع کرو۔ پانی سے بھاپ

نکلیگی تو تپش پیما کی نلی کے ایک حصہ اور اُس کے جوف کو گھیر لیگی اور اُس کو گرم کرتی ہوئی، ٹونٹی کے رستے باہر نکل جائیگی۔ اس طرح جب تپش پیما کو حرارت پہنچیگی تو اُس کا پارا نلی میں چڑھنے لگیگا اور آخر چند دقیقوں کے بعد ایک خاص مقام پر پہنچ کر ٹھیر جائیگا۔ اب جتنی چاہو پانی کو حرارت پہنچاتے جاؤ۔ پارا اِس مقام سے اُوپر نہیں چڑھ سکتا۔ اِس مقام پر ریتی سے نشان کر لو۔ یہ تمہارے آلہ پر **خالص** پانی کے جوش کا نقطہ ہوگا۔ اِس وقت کرۂ ہوائی کا دباؤ اگر وہ نہ ہو جو دباؤ کے اندازہ کے لئے بطور معیار کے مقرر ہے تو اِس کی تصحیح کرنا پڑیگی۔ اِس تصحیح کا قاعدہ کیا ہے؟ یہ ہم آگے چل کر بیان کرینگے۔

نقطۂ جوش دریافت کرنے کے لئے کرۂ ہوائی کے دباؤ کی ایک خاص قیمت پر اتفاق کر لینا اِس لئے ضروری ہے کہ ہر مایع کے جوش کا نقطہ، دباؤ کا تابع رہتا ہے۔ چنانچہ تجربہ سے ثابت ہے کہ مایع کی سطح پر دباؤ زیادہ ہو تو جوش کا نقطہ بلند تر ہو جاتا ہے اور اگر سطح کے اُوپر دباؤ کم کر دیا جائے تو مایع کم درجہ کی تپش پر جوش کھانے لگتا ہے۔

تم کہو گے کہ معلوم تو کر رہے ہیں **پانی** کا نقطۂ جوش اور تپش پیما کو رکھتے ہیں بھاپ میں۔ اِس کے کیا معنی؟ اِس بحث کی تفصیل کا یہ محل نہیں۔ اِس کی وجہ ہم آگے چل کر بتائینگے۔ یہاں صرف یہ بات یاد رکھو کہ

پانی کھولتا ہے تو اُس کی تپش اور اُس کی بھاپ کی تپش ایک ہوتی ہے بشرطیکہ پانی میں کسی اَور چیز کی آمیزش نہ ہو۔ پانی خالص نہ ہو تو اُس کے جوش کا نقطہ بدل جاتا ہے۔ لیکن بھاپ کا یہ حال نہیں۔ اِس کی تپش صرف دباؤ پر موقوف ہے اور یہ تپش ہمیشہ وُہی رہتی ہے جو موجودالوقت دباؤ کی تحت میں خالص پانی کے نقطۂ جوش کی تپش ہونی چاہیئے۔

اب تمہارے پاس حوالہ کے لئے تپش پیما پر دو نقطے ایسے موجود ہیں جن کے محل معیّن ہیں۔ اِن نقطوں میں سے کسی ایک کا نام لیا جائیگا تو سُننے والا فوراً تمہارا مطلب سمجھ جائیگا۔ کیونکہ یہ ایسی چیزیں ہیں جن میں فرق نہیں آتا۔ پھر اِن دو نقطوں کی مدد سے پیمانہ تیار کر لینا کچھ دُشوار نہیں۔ اِس بات کو البتہ ملحوظ رکھنا چاہیئے کہ جو پیمانہ تم مقرر کرو اُس پر تمام دنیا کو اتفاق ہو۔ ورنہ دُوسرے لوگ تمہارا مطلب نہ سمجھ سکینگے۔ علاوہ بریں یہ بھی ضروری ہے کہ اِن دو نقطوں کی بھی کچھ قیمت مقرر ہو جائے۔ دنیا میں عام طور پر تین پیمانے رائج ہیں:-

۱- پیمانہ مئی

۲- پیمانہ فارنہیٹ

۳- پیمانہ رومر

پیمانۂ مئی ——— اِس پیمانہ میں دونوں ثابت

نقطوں کے درمیانی فاصلہ کو سَو مساوی حصوں میں تقسیم کر دیتے ہیں۔ اور یہی اِس پیمانہ کی وجہِ تسمیہ ہے۔ اِس حساب سے نقطۂ انجماد صفر ہونا چاہئے۔ کیونکہ یہ وہ مقام ہے جہاں سے ہمارے پیمانہ کی ابتدا ہوتی ہے۔ پھر اِس پیمانہ کے رُو سے نقطۂ جوش کی قیمت ۱۰۰ ہوگی۔ اِن دونوں حدوں کا درمیانی فاصلہ جو سَو مساوی حصوں میں بٹ جاتا ہے۔ اِس کے ہر حصہ کو ایک درجہ **مئی** کہتے ہیں۔ تپش کے درجے لکھنے کے لئے ایک اختصار کا قاعدہ مروّج ہے۔ مثلاً ۶۰ درجہ **مئی** لکھنا مقصود ہو تو اِس کو ۶۰°م لکھ دیتے ہیں۔ اِس میں حرف م لفظ **مئی** کا قائم مقام ہے اور ۶۰ کے اُوپر جو نشان لکھا ہے اُس کو درجہ کا حرف دال برسمِ عربی (د) سمجھنا چاہئے۔

پیمانہ میں پانی کا نقطۂ انجماد صفر ہے۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھنا کہ پانی جب اِس درجہ کی تپش پر پہنچتا ہے تو اُس کے وجود میں حرارت باقی نہیں رہتی۔ اِس درجہ کا نام صفر محض اِس بناء پر ہے کہ یہاں سے پیمانہ کی ابتدا ہوتی ہے۔ اِس مضمون کو ایک مثال سے سمجھو۔ جب ہم یہ کہتے ہیں کہ فلاں دیوار دس فُٹ بلند ہے تو اِس سے مطلب یہ ہوتا ہے کہ دیوار کو پیر سے لے کر چوٹی تک ناپو تو پیر اور چوٹی کے درمیان جو عمودی فاصلہ ہے اُس کی مساحت دس فٹ ہے۔ اِس فاصلہ کو ہم دیوار کے پیر سے ناپنا شروع کرتے ہیں۔ اور یہاں دیوار کی بلندی صفر ہے۔ اِس سے یہ بات

کبھی نہیں سمجھی جاتی کہ دیوار کے پیر سے نیچے کی طرف طولی پیمائش کے لئے کوئی چیز باقی نہیں۔ اسی طرح ہم نے محض اپنے اختیار سے ایک خاص درجۂ تپش کا نام سہولت کے لئے صفر رکھ دیا ہے۔ ہم چاہتے تو اسی درجہ کا نام سو رکھ دیتے۔ اور اس حساب سے جوش کے نقطہ کو ۲۰۰° مئی کہتے۔

اب سوال یہ ہے کہ جس درجۂ تپش کا نام ہم نے صفر رکھا ہے جب اُس پر پہنچ کر بھی اجسام کے وجود میں حرارت باقی رہتی ہے تو پھر اس درجہ سے نیچے کی طرف تپش کا حساب کیونکر معلوم ہوگا۔ اس کے لئے یہ قاعدہ ہے کہ درجۂ صفر سے اُوپر کی طرف جتنے جتنے فاصلوں پر نشان لگائے ہیں اُتنے اُتنے فاصلوں پر درجۂ صفر سے نیچے بھی حرارت پیما کی نلی پر نشان لگا لیتے ہیں۔ اور اِدھر کے درجوں کو منفی درجۂ تپش کہتے ہیں۔ مثلاً کسی جسم کا یہ حال ہو کہ تپش پیما اُس کے ساتھ لگایا جائے اور اُس کا پارا نقطۂ صفر سے دس درجہ نیچے اُتر آئے تو یوں کہینگے کہ جسمِ مذکور منفی دس درجہ مئی کی تپش پر ہے۔ یا اُس کی تپش منفی دس درجہ مئی ہے۔ تحریر میں اس کو (۱۰-°) م لکھینگے۔ اور مطلب اِس سے صرف یہ ہوگا کہ ہم نے جو پیمانہ مقرر کیا ہے اُس کے رُو سے جسمِ مذکور کی تپش کا یہ حال ہے کہ تپش پیما کو اِس کے ساتھ لگائیں تو تپش پیما کا پارا ہمارے اختیار کردہ نقطۂ صفر سے دس درجہ نیچے اُتر آتا ہے۔ تم یہ بھی پوچھ سکتے ہو کہ کسی جسم کی تپش

پانی کے درجۂ جوش سے بڑھی ہوئی ہو تو اس کا اندازہ کیونکر ہوگا۔ اس کے لئے یہ طریقہ اختیار کیا جاتا ہے کہ تپش پیما کی نلی پر جہاں ۱۰۰° کا نشان ہے اُس سے اُوپر کی طرف بھی درجوں کے نشان لگا لیتے ہیں۔ اور ہر درجہ کی مقدار اُسی قدر رکھتے ہیں جتنی کہ صفر اور سو درجہ کے درمیان ایک ایک درجہ کی ہے۔

پارے کی خوبی یہ ہے کہ ہر تپش پر اس کا پھیلاؤ مساوی رہتا ہے۔ پانی کی طرح اس کے پھیلاؤ میں خلافِ قیاس حالتیں دیکھنے میں نہیں آتیں۔ اس لئے تپش پیما کی نلی پر جو درجے مقرر کئے جاتے ہیں وہ ایک امرِ واقعہ کو ظاہر کرتے ہیں۔ مثلاً پارے کی کسی خاص مقدار کو ۱۵° م سے ۱۶° م پر پہنچانے کے لئے جتنی حرارت درکار ہے اُتنی ہی حرارت اُسے ۱۶° م سے ۱۷° م تک پہنچا دیتی ہے۔ اور جتنی حرارت اُسے ۵۰° م سے ۶۰° م تک پہنچاتی ہے اُسی قدر حرارت اُسے ۸۰° م سے ۹۰° م تک پہنچنے کے لئے درکار ہے۔

اب تم یہ بات بھی سمجھ سکتے ہو کہ سیمابی تپش پیما کہاں سے کہاں تک کام دے سکتا ہے۔ پارا ۳۹٫۲° مئی پر پہنچ کر جم جاتا ہے۔ اور جب ۳۵۷° مئی پر پہنچتا ہے تو کھولنے لگتا ہے۔ اِن دونوں حدوں کے اندر پارا مایع کی حالت میں رہتا ہے اور تپش پیما میں بخوبی کام دے سکتا ہے۔ سیمابی تپش پیما کی وسعتِ عمل کے لئے یہ گویا آخری حدیں ہیں۔ اِن سے آگے گزر کر

پارا جواب دے دیگا اور وہاں تپش کے اندازہ کے لئے ہمیں کوئی اَور صورت تلاش کرنا پڑیگی۔

پیمانۂ فارنہیٹ ——— پیمانۂ مئی میں جو فاصلہ صفر اور ۱۰۰ کے درمیان پڑتا ہے وُہی پیمانۂ فارنہیٹ کے رُو سے ۱۸۰ مساوی حصوں میں تقسیم کر دیا جاتا ہے۔ اِس حساب سے جتنی جگہ میں پیمانہ مئی کے سَو درجے پڑتے ہیں اُتنی ہی جگہ میں پیمانۂ فارنہیٹ کے ایک سَو اسّی درجے آتے ہیں۔ اِس پیمانہ پر پانی کا نقطۂ انجماد ۳۲ سے تعبیر کیا جاتا ہے اور اِس کو ۳۲° **فارنہیٹ** کہتے ہیں۔ اِس نقطہ سے نیچے کے حصہ کو بھی اُسی مقدار کے درجوں میں تقسیم کر لیتے ہیں۔ اور نقطۂ صفر کو پانی کے درجۂ انجماد سے نیچے بتیسویں درجہ پر لکھتے ہیں۔ اِس طرح پیمانۂ فارنہیٹ میں نقطۂ صفر اور پانی کے نقطۂ جوش کے درمیان ۲۱۲ درجے پڑتے ہیں۔ اور جو درجہ پانی کے نقطۂ انجماد کو تعبیر کرتا ہے اُس سے لے کر پانی کے درجۂ جوش کے نشان تک (۲۱۲° ـ ۳۲) یعنی ۱۸۰ درجے آتے ہیں۔ اِس بات کو نگاہ میں رکھو کہ پیمانۂ مئی میں جو فاصلہ سَو درجوں میں تقسیم ہوتا ہے وُہی پیمانۂ فارنہیٹ میں ۱۸۰ درجوں میں بٹ جاتا ہے۔ اِس لئے۔

۱۰۰° م = ۱۸۰° ف

اور ۱° م = $\frac{۱۸۰}{۱۰۰}$ = $\frac{۹}{۵}$ ف

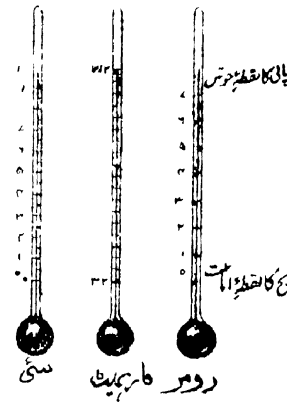
فارنہیٹ کی بجائے اختصار کے لئے صرف **ف** لکھ دینا

کافی ہے۔ اور مئی کی بجائے مر لکھ دوگے تو مطلب ادا ہو جائیگا۔ مثلاً ۱۲° مر سے ۱۲ درجہ حسب **پیمانہ مئی** مُراد ہے۔ اسی طرح ۱۵° ف سے ۱۵ درجہ حسب **پیمانہ فارنہیٹ** سمجھا جائیگا۔

پیمانہ فارنہیٹ کی وجہِ تسمیہ یہ ہے کہ فارنہیٹ نامی ایک شخص کا وضع کیا ہُوا ہے۔ اِس نے تپش پیما کے جوفہ کو یخ اور معمولی نمک کے آمیزہ میں رکھا تو پارا صفر مئی کے نشان سے نیچے اُتر آیا۔ اور فارنہیٹ کو یہ گمان ہُوا کہ یہ نیچے کی طرف تپش کی آخری سرحد ہے۔ اِس لئے اِس نے تپشِ مذکور سے اپنے پیمانہ کی ابتدا کی۔ لیکن اُس زمانہ میں فنِ طبیعیات کی ابھی ابتدا تھی اور معلومات کا دائرہ نہایت تنگ تھا۔ آج وہ چیزیں بھی معلوم ہو چکی ہیں جن کی تپش تپشِ مذکور سے بہت پست ہے۔ اِس لئے وہ اُصول جس پر اِس پیمانہ کی بناء رکھی گئی تھی وہ تو محض غلط ہے۔ لیکن اِس اصول پر جو پیمانہ بنایا گیا تھا وہ دُنیا میں آج تک رائج ہے۔ اور یہ محض رواجِ عام کا نتیجہ ہے۔

پیمانۂ رومر —— تپش پیما کی درجہ بندی اِس پیمانہ کے رُو سے کی جائے تو پانی کا درجۂ انجماد صفر سے تعبیر ہوگا اور درجۂ جوش ۸۰ سے۔ یہ پیمانہ رومر نامی ایک سائنس دان کا تجویز کیا ہُوا ہے۔ اور اُسی کے نام پر پیمانۂ رومر کہلاتا ہے۔ تپش پیما کو پگھلتے ہوئے یخ میں رکھو۔ نلی کے اندر اُس کا پارا جس مقام پر ٹھیر جائے وہاں صفر کا نشان بنا دو۔ پھر دیکھو پانی کے درجۂ جوش پر

پہنچ کر پارا کہاں ٹھیرتا ہے۔ اِس مقام پر ۸۰ کا نشان بنا دو اور دونوں نشانوں کے درمیانی فاصلہ کو ۸۰ مساوی حصوں میں تقسیم کر دو۔ تمہارے تپش پیما کی یہ درجہ بندی پیمانۂ ر کے مطابق ہوگی۔ یہ ظاہر ہے کہ تپش پیما کی نلی پر جس فاصلہ کو ہم نے پیمانۂ سی میں سَو اور پیمانۂ فارنہیٹ میں ایک سَو اسّی مساوی حصوں میں تقسیم کیا تھا پیمانۂ ر میں (دیکھو شکل ۱۰) اُس کے صرف اسّی حصے کئے گئے ہیں۔ درجوں کے ساتھ تحریر میں صرف ر لکھ دینا کافی ہے مثلاً ۳۲° ر لکھا ہو تو اِس سے ۳۲ درجہ حسب پیمانۂ ر مُراد ہوگا۔

درجہ بندی کے نشان عموماً تپش پیما کی نلی پر لگائے جاتے ہیں۔ اور کبھی ایسا بھی ہوتا ہے کہ درجوں کے نشان کاغذ پر بناتے ہیں اور کاغذ کو تپش پیما کی نلی کے ساتھ کھڑا کر دیتے ہیں اِس کے بعد تپش پیما کی نلی اور کاغذ کو ایک

شکل ۱۰۔ پیمانوں کا مقابلہ

اَور شیشہ کی نلی میں رکھ دیتے ہیں۔ تپش پیما کے ہر درجہ کو چھوٹے چھوٹے مساوی حصوں میں تقسیم کر لیا جائے تو اِس سے

درجۂ تپش کی کسریں بھی معلوم ہو سکتی ہیں اور آلہ کی نزاکت بڑھ جاتی ہے۔

تجربہ ۱۲ ——— ایک تپش پیما لے کر اُس کے ثابت نقطوں کی صحت کو جانچو اور دیکھو تجربہ کے وقت کرۂ ہوائی کا جو دباؤ ہے اُس کی تحت میں حساب کے رُو سے درجۂ جوش کیا ہے اور تمہارا تپش پیما اس کو کیا بتاتا ہے۔ کرۂ ہوائی کے دباؤ میں ایک ملی میتر کا فرق آتا ہے تو نقطۂ جوش میں ۰۳۷ء۰°م کا فرق آ جاتا ہے۔ نتائجِ تجربہ کے اندراج کا طریقہ حسبِ ذیل ہونا چاہئے :—

بار پیما میں پارے کی بلندی =

تجربہ کے وقت جو کرۂ ہوائی کا دباؤ ہے اُس کی تحت میں حساب کے رُو سے بھاپ کی تپش = . . .

	تجربہ کیا بتاتا ہے	ہونا کیا چاہئے	غلطی کی مقدار (+) یا (−)
ثابت نقطۂ ادنیٰ ثابت نقطۂ اعلیٰ			

تمہارا تپش پیما جس نقطہ کا نشان دیتا ہے اگر وہ اصلی نقطہ سے بلند تر ہے تو غلطی (+) ہوگی۔ اور اگر یہ نقطہ اصلی نقطہ سے نیچے پڑتا ہے تو غلطی (−) سے تعبیر کی جائیگی اس بات کو یاد رکھو کہ یہ غلطی درجہ بندی کی غلطی ہے۔ جب یہ غلطی معلوم ہو جائے تو تم سمجھ سکتے ہو کہ اس تپش پیما

کام لینے میں صحتِ نتائج کے لئے کن باتوں کا خیال رکھنا ضروری ہے۔

پیمانوں کی تحویل ——— پیمانۂ مئی سائنس کے کاموں میں بہت مستعمل ہے۔ پیمانۂ فارنہیٹ کو ڈاکٹر لوگ زیادہ تر استعمال کرتے ہیں اور پیمانۂ ر وم ر کا جرمنی میں بہت رواج ہے۔ پھر کبھی یہ بھی ہوتا ہے کہ جس پیمانہ کو چاہتے ہیں بلا تمیز استعمال کر لیتے ہیں۔ اِس لئے ضروری ہے کہ کسی ایک پیمانہ کے درجوں کو دُوسرے پیمانہ کے درجوں میں تحویل کرنے کا قاعدہ تلاش کر لیا جائے۔ اُوپر کی عبارت میں اِن پیمانوں کے متعلق فرداً فرداً جو کچھ ہم نے بیان کیا ہے اُس سے تم نے سمجھ لیا ہوگا کہ اِن پیمانوں کی تقسیم محض ایک اختیاری امر ہے۔ تپش پیما کا پارا نقطۂ انجماد اور نقطۂ جوش پر پہنچ کر نلی کے جن جن مقامات پر ٹھیر جاتا ہے اُن کا درمیانی فاصلہ کبھی ۱۰۰ درجوں میں تقسیم کر لیا جاتا ہے۔ کبھی ۱۸۰ درجوں میں اور کبھی صرف ۸۰ درجوں میں۔ فاصلہ ہر حال میں وُہی ہے۔ فرق صرف یہ ہے کہ مختلف پیمانوں میں یہ فاصلہ مختلف حصوں میں بٹا ہُوا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ

	۱۰۰ درجہ مئی	=	۱۸۰ درجہ فارنہیٹ
لہذا	۱ درجہ مئی	=	$\frac{9}{5}$ درجہ ف
اِسی طرح	۱۰۰ درجہ مئی	=	۸۰ درجہ ر وم ر
لہذا	۱ درجہ مئی	=	$\frac{80}{100} = \frac{4}{5}$ درجہ ر

اور ۱۸۰ درجہ ف = ۸۰ درجہ س

لہذا ۱ درجہ ف = $\frac{۸۰}{۱۸۰}$ = $\frac{۴}{۹}$ درجہ س

پیمانۂ فارنہیٹ کے درجوں کو پیمانۂ مئی کے درجوں میں تحویل کرنا ہو تو فارنہیٹ کے درجوں میں سے پہلے ۳۲ کو تفریق کرنا پڑیگا کیونکہ اِس پیمانہ میں نقطۂ انجماد ۳۲ سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ اِس کے بعد جو کچھ باقی بچے اُس کو ۵ سے ضرب اور ۹ پر تقسیم کرنا ہوگا۔ اور اگر پیمانۂ مئی کے درجوں کو فارنہیٹ کے درجوں میں تحویل کرنا ہو تو پیمانۂ مئی کے درجوں کو ۹ سے ضرب کر کے ۵ پر تقسیم کرو۔ پھر اِس عمل سے جو کچھ حاصل ہو اُس میں ۳۲ جمع کر دو۔

مثال —— پیمانۂ فارنہیٹ کا کون سا درجہ ۴۰° م کا جواب ہے؟

۱° م = $\frac{۹}{۵}$° ف

لہذا ۴۰° م = $\frac{۹}{۵}$ × ۴۰ درجہ ف

= ۷۲° ف

اب چونکہ پیمانہ فارنہیٹ میں صفر نقطۂ انجماد سے ۳۲ درجہ نیچے پڑتا ہے۔ یا یوں کہو کہ اِس میں نقطۂ انجماد ۳۲° ف سے تعبیر کیا جاتا ہے، اِس لئے جب پیمانۂ مئی کے رُو سے تپش پیما کا پارا ۴۰° کا نشان دیگا تو اِس کے مقابل میں پیمانہ فارنہیٹ پر اِسی تپش کا نشان ۷۲ + ۳۲ یعنی ۱۰۴° ہوگا۔

تپش پیما میں پارے کی بجائے کبھی رُوحِ شراب

بھی استعمال کر لیتے ہیں۔ اِس کی خوبی یہ ہے کہ اِس کا درجۂ انجماد پارے کے درجۂ انجماد سے بہت نیچا ہے۔ جہاں پارا جم کر بیکار ہو جاتا ہے روحِ شراب اُس سے بہت آگے تک کار آمد ہو سکتی ہے۔ بہت بلند اور بہت پست درجوں کی تپش معلوم کرنے کے لئے طرح طرح کے تپش پیما استعمال ہوتے ہیں۔ اِن کے اُصولِ عمل کو فی الحال ہم نظر انداز کر دیتے ہیں

طِبی تپش پیما ——— حرارتِ غریزی کی کمی بیشی سے انسانی جسم کی تپش میں جو تغیر پیدا ہوتا ہے اُس کی دریافت کے لئے ڈاکٹر لوگ ایک خاص شکل کا تپش پیما استعمال کرتے ہیں۔جب کسی بیمار کی تپش معلوم کرنا ہوتا ہے تو تپش پیما کا جوفہ اُس کی بغل کے اندر یا زبان کے نیچے رکھ دیتے ہیں۔ چند دقیقوں کے بعد تپش پیما کا پارا تپش کے اعتبار سے بیمار کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آ جاتا ہے۔ اِس وقت آلہ کو بیمار سے لے کر اُس کی تپش پڑھ لیتے ہیں۔لیکن یہ ظاہر ہے کہ آلہ کو بیمار کے مُنہ یا اُس کی بغل سے باہر نکال لینے کے بعد تپش کو پڑھنے تک جو وقفہ پڑتا ہے اُس میں پارا ٹھنڈا ہو کر کسی قدر سُکڑ جاتا ہے اور بیمار کی اصلی تپش معلوم نہیں ہو سکتی۔ اِس نقص کو رفع کرنے کے لئے اِس قسم کے تپش پیما کی ساخت میں اِس بات کا انتظام کر دیا جاتا ہے کہ

پارا ٹوٹ کر خود بخود جوفہ میں داخل نہ ہونے پائے۔ اِس انتظام کی صورت یہ ہے کہ جوفہ سے ذرا اُوپر تپش پیما کی نلی کو معمول سے زیادہ تنگ کر دیتے ہیں۔ شکل ع۱۱ پہ غور کرو تو یہ کیفیت بخوبی واضح ہو جائیگی۔ تپش پیما کا پارا گرم ہو کر پھیلنے لگتا ہے تو نلی کے تنگ مقام میں سے بخوبی گزر جاتا ہے۔ اور جب ٹھنڈا ہو کر سُکڑنے لگتا ہے تو اُس کا نلی کے تنگ مقام میں سے گزرنا مشکل ہو جاتا ہے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ اِس مقام پر' جوفہ اور نلی' کے پارے کا تار ٹوٹ جاتا ہے اور جتنا پارا نلی میں چڑھ گیا تھا وہ نلی ہی کے اندر قائم رہتا ہے۔

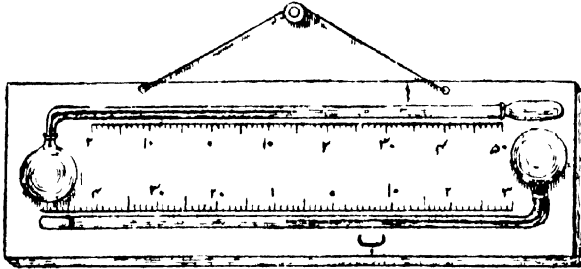
شکل ع۱۱۔ طبی تپش پیما

اِس تپش پیما کو دوبارہ کسی تازہ مشاہدہ کے لئے استعمال کرنا ہو تو اِس کو ہاتھ میں لے کر نرم نرم جھٹکا دیتے ہیں۔ اِس سے نلی کا پارا نیچے اُتر آتا ہے اور جوفہ کے پارے کے ساتھ پھر اُس کا سلسلہ قائم ہو جاتا ہے۔ زندہ انسان کا جسم صحت کی حالت میں ہو تو اُس کی تپش ۹۸° ف سے کچھ زیادہ متفاوت نہیں ہوتی۔ چنانچہ صحت کی حالت میں تپش پیما کا جوفہ کسی انسان کے مُنہ یا اُس کی بغل میں رکھ دیا جائے تو تپش پیما مزاجوں کے اختلاف کے لحاظ سے ۹۷٫۸ ف سے

لے کر ۱۰۸ء ۹ف تک کا نشان دیگا۔ اِس لئے طِبی تپش پیما کی درجہ بندی صرف ۹۵ف سے لے کر ۱۱۰ف تک کی جاتی ہے۔

ادنیٰ تپش پیما اور اعلیٰ تپش پیما —— تپش پیما کے متعلق تم دیکھ چکے ہو کہ اِسے حرارت پہنچتی ہے تو اس کے اندر کا مایع گرم ہو کر پھیلتا ہے۔ اور جب ٹھنڈا ہوتا ہے تو سُکڑنے لگتا ہے۔ اِسی پھیلاؤ اور سُکڑاؤ سے تپش کی کمی بیشی کا اندازہ کیا جاتا ہے۔ لیکن اگر یہ معلوم کرنا ہو کہ کسی خاص مدت کے اندر کسی چیز یا کسی مقام کی تپش کہاں تک گھٹ جاتی ہے تو معمولی تپش پیما سے یہ مطلب حاصل نہیں ہو سکتا۔ مثلاً اگر یہ دیکھنا ہو کہ آج دوپہر سے لے کر کل دوپہر تک چوبیس گھنٹے کے اندر تپش کا ادنیٰ سے ادنیٰ درجہ کیا ہو گا تو اِس کے لئے ضروری ہے کہ چوبیس گھنٹے تک تپش پیما برابر نگاہ کے سامنے رکھا رہے۔ اور یہ کام کس قدر مشکل ہے! بناء بریں اِس مطلب کے لئے خاص قسم کے تپش پیما بنائے جاتے ہیں۔ اِس قسم کے آلہ کو **ادنیٰ تپش پیما** کہتے ہیں۔ اِس کی وجہِ تسمیہ یہ ہے کہ اِس قسم کے آلوں سے تپش کا وہ درجۂ ادنیٰ معلوم کرنا مطلوب ہوتا ہے جس پر کوئی جسم کسی وقتِ معیّن کے اندر پہنچ جاتا ہے۔

اِسی طرح اِس بات کی بھی ضرورت پڑتی ہے کہ کسی مُدتِ معیّن کے اندر تپش کا جو اعلیٰ سے اعلیٰ درجہ ممکن ہے

اُس کا اندازہ کیا جائے ۔ اِس مطلب کے لئے بھی تپش پیما کی ساخت میں کچھ ترمیم کرنی پڑتی ہے ۔ اِس قسم کے آلہ کو اعلیٰ تپش پیما کہتے ہیں۔ اِن دونوں آلوں کو عموماً ایک لکڑی کی تختی پر اُفق کے متوازی لگا دیتے ہیں ۔

شکل ۱۲ ۔ ادنیٰ تپش پیما اور اعلیٰ تپش پیما

ادنیٰ تپش پیما ——— اِس آلہ میں پارے کی بجائے غُول استعمال کیا جاتا ہے۔ نلی کو بند کرنے سے پہلے غُول کے اندر لوہے کا ایک چھوٹا سا نمائندہ رکھ دیتے ہیں ۔ یہ نمائندہ ہر حال میں غُول کے اندر رہتا ہے۔ تپش میں ترقی ہوتی ہے تو غُول پھیل کر اِس کے پاس سے گزر جاتا ہے اور آلہ کی نلی میں چڑھنے لگتا ہے ۔ لیکن جب تپش کے تنزل سے غُول سُکڑتا ہے تو اُس وقت نمائندہ ایک جگہ پر قائم نہیں رہتا بلکہ غُول کے سطحی تناؤ کی وجہ سے اُس کی سطح کی لپیٹ میں آکر نلی میں نیچے اُترنے لگتا ہے ۔ اور آخر اُس مقام پر پہنچ کر ٹھیر جاتا ہے جو موجودہ وقت میں غُول کے سُکڑنے کی آخری حد ہے ۔

اِس کے بعد تپش میں پھر ترقی شروع ہو تو غُول نمائندہ کے پاس سے گزر جائیگا اور نمائندہ پر اِس کی حرکت کا کچھ اثر نہ ہوگا۔ اِس طرح نمائندہ کا وہ سرا جو غُول کی سطح کی طرف رہتا ہے اُس کو دیکھ کر ہم معلوم کر سکتے ہیں کہ کسی معیّن مدّت کے اندر موسم یا کسی اَور چیز کی ادنیٰ سے ادنیٰ تپش کیا تھی۔

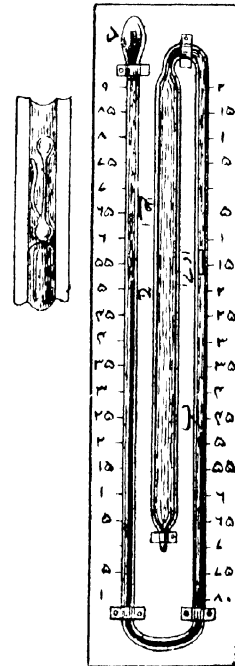
جب آلہ کو مشاہدہ کے لئے تیار کرنا ہوتا ہے تو اِس کو ذرا نیچے کی طرف جُھکا دیتے ہیں جس سے نمائندہ اپنے بھاری پن کی وجہ سے غُول کی سطح کی طرف سرک آتا ہے۔ اور آخر سطح میں آکر اٹک جاتا ہے۔ شکل ۱۲ میں ب ادنیٰ تپش پیما کی تصویر ہے۔ اِس پر غور کرو تو جہاں حرف ب لکھا ہے وہاں نلی کے اندر آلہ کا نمائندہ نظر آئیگا۔

اعلیٰ تپش پیما

شکل ۱۲ میں ا اِس آلہ کی تصویر ہے۔ یہ بھی ایک معمولی سیمابی تپش پیما ہے۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ اِس کی نلی کے اندر ایک فولادی نمائندہ ڈال دیتے ہیں جو ہمیشہ نلی کے اندر پارے کی سطح سے اُوپر رہتا ہے۔ تپش میں ترقی ہوتی ہے تو پارا پھیلتا ہے اور پارے کی سطح نمائندہ کو دبا کر اُوپر لے جاتی ہے۔ اور جب پارا سُکڑتا ہے تو نمائندہ پیچھے رہ جاتا ہے۔ اِس طرح نمائندہ کا وہ سرا جو پارے کی طرف ہوتا ہے اُس کو دیکھ کر ہم بتا سکتے ہیں کہ کسی معیّن مدت کے اندر تپش پیما کا پارا نلی میں کہاں تک چڑھ گیا تھا۔ پھر اِس سے اندازہ ہو سکتا ہے کہ مدت مذکور

کے اندر تپش کا اعلیٰ سے اعلیٰ درجہ کیا تھا۔ اِس آلہ کو نئے مشاہدہ کے لئے تیار کرنا منظور ہو تو فولادی نمائندہ کو مقناطیس دکھا کر پھر پارے کی سطح کے قریب لے آتے ہیں۔ اور اگر نمائندہ فولاد کا نہ ہو تو آلہ کو دو تین مرتبہ آہستہ آہستہ جھٹکا دینے سے یہ مطلب حاصل ہو سکتا ہے۔

اعلیٰ و ادنیٰ تپش پیماؤں کی اور بھی کئی شکلیں ہیں۔ اِن میں زیادہ مشہور وہ آلہ ہے جس کی تصویر ہم نے شکل ۱۳ میں دکھائی ہے۔ اِس میں اعلیٰ و ادنیٰ تپش پیماؤں کو الگ الگ رکھنے کی بجائے ملا کر ایک کر دیا ہے۔ لمبوترے جوف ا کے اندر غُول بھر دیتے ہیں جو پارے کے ڈورے ب ج کی وجہ سے جوف د سے جُدا رہتا ہے۔ ج سے اُوپر بھی غُول ہے لیکن اِس بات کا لحاظ رکھا گیا ہے کہ غُول کے پھیلاؤ کو سنبھالنے کے لئے جوف د کے اندر کافی گنجائش رہے۔ جوف ا کے اندر کا غُول گرم ہو کر پھیلتا ہے تو پارے کا ڈورا

شکل ۱۳ ۔ ادنیٰ و اعلیٰ تپش پیما

حرکت کرنے لگتا ہے اور جس طرف بڑھتا ہے آلہ کے نمائندہ کو دھکیل کر اپنے آگے لے جاتا ہے پھر لوٹتا ہے

تو نمائندہ کو اپنے پیچھے غُول کے اندر چھوڑ آتا ہے۔ نمائندوں کے ساتھ چھوٹی چھوٹی کمانیاں لگا دی جاتی ہیں تا کہ وہ خود بخود سرک کر اِدھر اُدھر نہ ہو جائیں۔ اِس آلہ کے اُصولِ عمل کا سمجھ لینا کچھ دُشوار نہیں۔ اِس لئے مزید تشریح کو ہم نظر انداز کرتے ہیں۔

دُوسری فصل کی مشقیں

۱۔ تپش پیما سے کیا مراد ہے؟ اِس آلہ سے حرارت کے متعلق کیا پتہ چلتا ہے؟

۲۔ تپش پیما کے ثابت نقطوں کی صحت کا تم کس طرح امتحان کروگے؟

۳۔ تپش پیما کی درجہ بندی کا قاعدہ بیان کرو؟ درجہ بندی کا کام پہاڑ کی چوٹی پر یا کسی کان کی تہ یر کیا جائے تو کیا درجہ بندی میں کسی قسم کی تصحیح کی ضرورت ہوگی؟

۴۔ میرے پاس دو مساوی گنجائش کی صُراحیاں ہیں۔ اِن صُراحیوں کے مُنہ میں کاک لگے ہیں اور کاکوں میں ایک ایک سُوراخ کرکے شیشہ کی لمبی نلیاں لگا دی گئی ہیں۔ ایک صُراحی کو مَیں نے نیلے رنگ کے پانی سے بھر دیا ہے اور دُوسری کو سُرخ رنگ شراب سے۔ اب دونوں کو کھولتے ہوئے پانی میں رکھ دیتا ہوں۔ بتاؤ کیا کیا باتیں مشاہدہ میں آئینگی اور اِن باتوں کی تم کیا توجیہ کروگے؟

۵۔ شیشہ کی ایک کُھلے مُنہ کی جوف دار نلی لو۔ اور اُس کا کُھلا مُنہ پانی میں ڈبو کر جوف کو دو تین دقیقہ تک شراب کی مشعل سے نرم نرم آنچ دو۔ پھر مشعل کو ہٹا لو۔ بتاؤ اِس صورت میں کیا کیا باتیں مشاہدہ میں آئینگی اور تمہارے نزدیک اِن کی کیا توجیہ ہَے ؟

۶۔ ایک بوتل کا ۴/۵ حصہ پانی سے بھرا ہُوا ہَے۔ بوتل کے مُنہ میں جُست کاک ہَے۔ کاک میں ایک سُوراخ ہَے جس میں مُڑی ہوئی نلی لگا دی گئی ہے۔ اِس نلی کا ایک سِرا بوتل کے پانی میں ڈُوبا ہُوا ہَے۔ اور دُوسرا سِرا کُھلے مُنہ کے برتن میں پانی کے اندر ہَے۔ بوتل اور اُس کے مافیہ کو ۹۹° م تک گرم کر کے پھر ٹھنڈا کر دیں تو کیا کیا باتیں دیکھنے میں آئینگی ؟

۷۔ ایک فارنہیٹ تپش پیما ۱۰۵° تک کی تپش کا نشان دے سکتا ہَے۔ طبیب کے ملازم نے اِس کو کھولتے ہوئے پانی سے صاف کردیا تو طبیب کو معلوم ہُوا کہ آلہ بے کار ہو گیا ہے۔ بتاؤ اِس کی خرابی کی کیا وجہ ہے ؟

۸۔ کسی مایع کے "نقطۂ جوش" سے کیا مُراد ہَے ؟ اِس کی کیا وجہ ہَے کہ بہت بلند پہاڑ پر چائے عمدہ نہیں بنتی ؟

۹۔ ۷۱° ف، ۰° ف اور (–۴۰°) ف کی تپشوں کو پیمانہ مئی کے درجوں میں تحویل کرو۔

۱۰۔ فارنہیٹ کے پیمانہ کے بموجب ۸۳° م، ۱۵° م، (–۵°) م کی کیا قیمت ہوگی ؟

۱۱۔ تپش پیما کے جوف کو گرم پانی میں رکھا جائے تو پہلے اِس کا

پارا ذرا سا نیچے اُتر آتا ہے اور اِس کے بعد اُوپر اُٹھنے لگتا ہے۔ بتاؤ اِس کی کیا وجہ ہے؟

۱۲۔ کسی جسم کی تپش کو فارنہیٹ کے تپش پیما سے دیکھا تو اُس نے ۱۱۰° کا نشان دیا اور ایک ناقص مئی تپش پیما سے دیکھا تو اِس کے پیمانہ کے رُو سے وُہی تپش ۴۴° نکلی۔ بتاؤ اِس ناقص تپش پیما کی درجہ بندی میں کس قدر غلطی ہے۔

۱۳۔ ایک کمرے کے اندر دو تپش پیما لٹک رہے ہیں۔ ایک ۱۵° اور دُوسرا ۵۹° کی تپش بتا رہا ہے۔ اِس اِختلاف کی تم کیا توجیہ کروگے؟

۱۴۔ تپش پیما میں پارا بھی استعمال کرتے ہیں اور غول بھی۔ مفصل بیان کرو کہ تپش پیما کے اعتبار سے اِن دونوں چیزوں میں کیا کیا خوبیاں اور کیا کیا نقائص ہیں؟

۱۵۔ کسی چیز کی تپش سے کیا مُراد ہے؟ تپش پیما کو کسی مائع کی تپش دیکھنے کے لئے استعمال کرنا ہو تو اِس میں کون کون سے شرائط کا ہونا ضروری ہے؟

۱۶۔ تپش پیما کی نلیوں میں سُوراخ کو تنگ رکھنے کا دستور کیوں ہے؟ تپش پیما کے ساتھ جوفہ کی کیا ضرورت ہے؟

۱۷۔ ادنیٰ و اعلیٰ تپش پیما سے تپش کے ادنیٰ اور اعلیٰ درجے معلوم ہو سکتے ہیں۔ بتاؤ ایک ہی آلہ اِن دونوں مطلبوں کو کس طرح پُورا کر دیتا ہے؟

تیسری فصل

پھیلاؤ کی شرح[1]

تم پڑھ چکے ہو کہ مادّی جسموں کو حرارت پہنچتی ہے تو وہ پھیل کر جسامت میں بڑھ جاتے ہیں۔ پھر تمہیں یہ بھی معلوم ہو چکا ہے کہ پھیلاؤ کی حقیقت کیا ہے۔ اب یہ دیکھنا چاہیئے کہ پھیلاؤ کس انداز سے پیدا ہوتا ہے۔ تپش پیما کے بیان میں ہم نے اِس بات کی طرف اشارہ کیا تھا کہ پانی تپش پیما میں استعمال کرنے کے قابل نہیں۔ اور اِس کی وجہ یہ بتائی تھی کہ تپش کے مختلف درجوں پر اِس کا پھیلاؤ مستقل نہیں رہتا۔

---

[1] اس فصل کے مطالب جب ریاضی کی زبان میں بیان کئے جاتے ہیں تو اُن کے لئے جو الجبری جملے پیدا ہوتے ہیں اُن میں پھیلاؤ کی شرح اِس طرح آتی ہے جس طرح الجبرے میں مجہول مقداروں کے ساتھ اُن کے Co-efficients آتے ہیں۔ اور یہ نہایت ضروری ہے کہ جس فن کی زبان میں گفتگو کرنا ہو گفتگو میں حسب ضرورت اُسی فن کی اصطلاحات سے کام لیا جائے۔ اِس لئے انگریزی کتابوں میں جب وہ موقع آتا ہے جہاں معمولی توضیح وتشریح کے بعد اِس فصل کے مطالب کو الجبرے کی زبان میں بیان کرنے کے لئے الجبری جملے پیدا کرنے پڑتے ہیں تو وہاں اربابِ فن "شرح" (Rate) کی بجائے Co-efficient کا لفظ استعمال کرتے ہیں اور اِسی خیال کو نگاہ میں رکھ کر اِس فصل کا عنوان Co-efficients of expansion لکھتے ہیں۔ ہماری "وضعِ اصطلاحات کی کمیٹی" نے طبیعیات کے لئے Co-efficient کا ترجمہ قدر تجویز کیا ہے اور الجبرے کی اصطلاح کا التزام ضروری نہیں سمجھا۔ اِس لئے میرا فرض تھا کہ میں قدر ہی کی اصطلاح کو اِس فصل کا عنوان قرار دیتا۔ لیکن افسوس ہے کہ میں اِس لفظ کو کھپا نہ سکا۔ اِس لئے اِس کے استعمال کو اُن صاحبوں کے لئے چھوڑ دیا ہے جنہیں اِس کی زیادہ ضرورت پڑیگی۔

علاوہ بریں یہ ایک خالص الجبرے کی اصطلاح ہے۔ اور طبیعیات میں Rate of expansion کو Co-efficient of expansion صرف اِس لئے کہتے ہیں کہ طبیعیات میں اِس مقام پر الجبرے کی بولی بولنا پڑتی ہے۔ پھر اگر الجبرے کی اصطلاح کا التزام ضروری متصور نہ ہو تو میرے خیال میں طبیعیات کے لئے اِس اصطلاح کا ترجمہ محض لاحاصل اور فضول ہے۔ برکت علی

یہ بے قاعدگی کچھ پانی ہی کی ذات سے مخصوص نہیں بلکہ واقعہ یہ ہے کہ ہر مادی جسم میں اِس کا کچھ نہ کچھ شائبہ ضرور پایا جاتا ہے۔ جسموں کو گرم کرتے ہیں تو تپش کی ترقی کے ساتھ ساتھ پھیلاؤ کے انداز میں بھی اختلاف پیدا ہوتا جاتا ہے۔ فرق صرف یہ ہے کہ بعض چیزوں میں یہ اختلاف اِتنا خفیف ہوتا ہے کہ ہم اُس کو نظر انداز کر دیتے ہیں۔ اِس بے قاعدگی کو سمجھنے کے لئے یہ دیکھنا چاہیئے کہ کسی جسم کے پھیلاؤ کی شرح کیا ہے اور تپش کے مختلف درجوں پر یہ شرح کس حال پر رہتی ہے۔

پھیلاؤ کی شرح ——— کسی جسم کی تپش میں ترقی ہوتی ہے تو وہ پھیلنے لگتا ہے۔ اور پھیلاؤ کی مقدار عموماً جسم کی نوعیت پر موقوف ہوتی ہے۔ چنانچہ مختلف نوعیت کے جسموں کو دیکھا جائے تو اُن میں تپش کی کسی معیّن ترقی کے مقابل جو پھیلاؤ پیدا ہوتا ہے اُس کی مقداروں میں بہت کچھ اختلاف پایا جاتا ہے۔ مثلاً بعض بھرت کی دھاتوں کا پھیلاؤ اِس قدر خفیف ہوتا ہے کہ اِس کو نظر انداز کر دیا جائے تو کچھ ہرج نہیں۔ اور دُوسری طرف گیسوں کا یہ حال ہے کہ اُن کو صفر درجہ مئی سے لے کر ۲۷۳ م تک گرم کریں تو اُن کا حجم پھول کر دو چند ہو جاتا ہے۔

ٹھوس چونکہ اپنی شکل قائم رکھتے ہیں اور جب تک کوئی خارجی قوت اثر نہ کرے اُن کے ابعادِ ثلاثہ میں کوئی فرق نہیں آتا اِس لئے ٹھوس جسموں کے پھیلاؤ کو تین پہلوؤں سے

دیکھنا ضروری ہے۔ یعنی

۱۔ اُن کے طول، عرض، یا عمق، میں کس قدر فرق آتا ہے۔

۲۔ اُن کی سطح کے رقبہ میں کتنا فرق پیدا ہوتا ہے۔

۳۔ اُن کا حجم کس قدر بڑھ جاتا ہے۔

اِن تینوں پہلوؤں میں سے پہلا سب سے زیادہ قابلِ لحاظ ہے۔ اِس کو اِصطلاحاً **طولی پھیلاؤ** کہتے ہیں۔ مایعات اور گیسوں میں **حجم** کی کمی بیشی کا زیادہ خیال رکھنا پڑتا ہے۔ مادہ کی یہ دونوں شکلیں ایسی ہیں کہ اِن کے ابعادِ ثلاثہ اور سطحی رقبہ کا کچھ ٹھکانا نہیں۔ حجم کا پھیلاؤ طبیعیات کی اصطلاح میں **مکعب پھیلاؤ** کہلاتا ہے۔

ٹھوس جسموں کا پھیلاؤ

طولی پھیلاؤ کی شرح —— کسی ٹھوس جسم کو اِس قدر گرم کیا جائے کہ اُس کی تپش صفر درجہ م سے بڑھ کر ۱° م پر پہنچ جائے تو اِس سے جسمِ مذکور کے ایک اِکائی طول میں جو اضافہ ہوتا ہے وہ اِس جسم کے طولی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

اِس تعریف میں ہم نے ایک خاص درجۂ تپش کا نام لیا ہے۔ تم پوچھ سکتے ہو کہ اِس درجہ کی تخصیص کیوں ہے۔

اُوپر کی تقریر میں ہم بتا چکے ہیں کہ مادّی اجسام کے پھیلاؤ کی شرح، تپش کے تمام درجوں پر مساوی نہیں رہتی۔ بلکہ عموماً یہ حال ہوتا ہے کہ تپش کے ساتھ ساتھ اِس میں بھی فرق آتا رہتا ہے۔ مثلاً کوئی جسم گرم ہو کر ۷° م سے ۸° م پر پہنچتا ہے تو تپش کے اِس فرق سے اُس کی جسامت میں جو فرق آتا ہے وہ اُس فرق کے برابر نہیں ہوتا جو اِس جسم کے ۶۰° م سے ۶۱° م تک پہنچنے میں پیدا ہو جاتا ہے۔ حالانکہ تپش کا فرق دونوں صورتوں میں مساوی ہے۔ بناء بریں یہ ضروری ہے کہ واقعات کے تصور کے لئے تپش کا ایک معیار قائم کر لیا جائے۔ اور اِس معیار پر سب کا اتفاق ہو۔ لیکن ٹھوس جسموں میں پھیلاؤ کی شرح نہایت خفیف ہوتی ہے۔ پھر تپش کے فرق سے اِس شرح میں جو فرق پیدا ہوتا ہے اُس کی مقدار تو اِس سے بھی زیادہ خفیف ہونی چاہیئے۔ اِس لئے یہ فرق کچھ قابلِ لحاظ نہیں۔ اور طولی پھیلاؤ کی شرح کی تعریف ہم ذیل کے لفظوں میں بیان کر سکتے ہیں:-

کسی ٹھوس جسم کی تپش ایک درجہ بڑھ جاتی ہے تو اِس سے جسم مذکور میں فی اِکائی طول جو اضافہ ہوتا ہے وہ اِس جسم کے طولی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

مثلاً، لوہے کی سلاخ کو ۴۰° م سے ۴۸° م تک گرم کیا تو اُس کا طول ط سم سے بڑھ کر طَ سم ہوگیا۔

اِس صورت میں طول کا اضافہ (طَ - ط) سمر ہے اور یہ اضافہ چونکہ تمام طول یعنی ط سمر میں ہُوا ہے۔ لہذا

اضافہ فی اِکائی طول = (طَ - ط) / ط

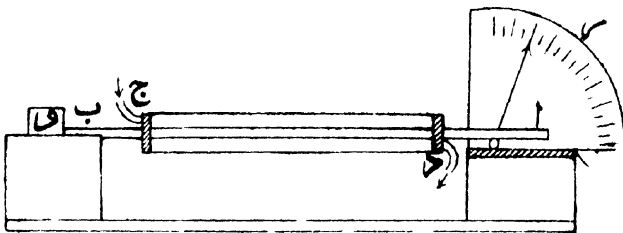
لیکن یہ اضافہ اِس حال میں ہُوا ہے کہ تپش ۴۰° م سے بڑھ کر ۴۸° م پر پہنچ گئی ہے۔ یعنی یہ اضافہ تپش کی ۸° م کی ترقی سے پیدا ہُوا ہے۔ لہذا

اضافہ فی درجۂ تپش = (طَ - ط) / ط (۴۸° - ۴۰°)

اور یہی سلاخِ مذکور کے طولی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

ٹھوس کے طولی پھیلاؤ کی پیمائش

کسی سلاخ کے طولی پھیلاؤ کو کیونکر ناپنا چاہیئے؟ اِس مطلب کے لئے شکل ۱۴ کا آلہ استعمال ہو سکتا ہے۔ اِس میں ا ب شیشہ یا دھات کی ایک سلاخ ہے جس کا طولی پھیلاؤ دریافت کرنا منظور ہے۔ اِس سلاخ کے اُوپر شیشہ کی نلی ہے جس میں

شکل ۱۴

دونوں سروں پر کاک لگے ہوئے ہیں۔ اِن کاکوں میں ج اور د دو سُوراخ ہیں۔ سُوراخ ج میں سے بھاپ نلی کے اندر داخل ہوتی ہے اور سُوراخ د کے رستے باہر نکل جاتی ہے۔ یہ بھاپ سلاخ کو گرم کر دیتی ہے۔ سلاخ کا سرا ب ایک لکڑی کے ٹکڑے پر رکھا ہے جس میں جزم (^) کی شکل پر ایک نالی سی بنا دی گئی ہے تاکہ سلاخ اِدھر اُدھر سرکنے نہ پائے۔ سلاخ کا یہ سرا ایک مضبوط روک ق کو چھو رہا ہے۔ اِس کا فائدہ یہ ہے کہ سلاخ کے لئے اِس طرف پھیلاؤ کی گنجائش نہیں رہتی۔ سلاخ کا دُوسرا سرا ایک سُوئی پر رکھا ہے اور سُوئی شیشہ کی تختی پر ہے جہاں وہ آزادانہ حرکت کر سکتی ہے۔ اِس سُوئی کے ساتھ کاک لگا ہُوا ہے اور کاک میں ایک ہلکا سا تنکا لگا دیا گیا ہے۔ یہ تنکا نمائندہ کا کام دیتا ہے۔ جب سُوئی حرکت کرتی ہے تو اِس کے ساتھ یہ نمائندہ بھی حرکت کرتا ہے۔ اِس کی حرکت کا اندازہ پیمانہ س کی مدد سے کیا جاتا ہے جو رُبعِ دائرہ کی شکل پر بنایا گیا ہے۔

شیشہ کی نلی میں سے بھاپ گزرتی ہے تو وہ سلاخ کو گرم کر دیتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ سلاخ کا طول بڑھنے لگتا ہے۔ ب کی طرف سلاخ کے بڑھنے کے لئے کوئی گنجائش نہیں۔ اِس لئے پھیلاؤ کا سارا اثر ا ہی کی طرف ظاہر ہوتا ہے۔ سلاخ پھیلتی ہے تو اِس کے ساتھ سُوئی کو

حرکت ہوتی ہے۔ اِس مطلب کے لئے کہ سُوئی سلاخ کی گرفت میں رہے اور سلاخ اِس کے اُوپر پھسلنے نہ پائے، سلاخ کے اِس حصہ کو کرنڈ کے سفوف سے رگڑ کر کُھردرا کر دینا چاہیئے اور سلاخ کو ایک لچکدار بند سے، نیچے رکھے ہوئے سہارے کے ساتھ باندھ دینا چاہیئے تاکہ وہ سُوئی کو دباتے رہے۔

جب بھاپ کو گزرتے ہوئے دس پندرہ منٹ ہو جائیں تو دیکھو نمائندہ پیمانہ کے کس درجہ کا نشان دے رہا ہے۔ اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ سُوئی نے جو حرکت کی ہے وہ اُس کی گردشِ کامل کا کونسا حصہ ہے۔ اگر سُوئی کا قُطر ق سمر ہو تو سُوئی ایک گردشِ کامل میں جو فاصلہ طے کریگی وہ سُوئی کے محیط کے برابر ہوگا۔ اور تم جانتے ہو کہ ہر دائرہ کا محیط ق × ח کے مساوی ہوتا ہے جس میں ق قُطرِ دائرہ کو تعبیر کرتا ہے اور عبرانی کا حرف ח (حیت) اِس بات کو تعبیر کرتا ہے کہ دائرہ کا محیط اُس کے قُطر سے کتنے گُنا ہے۔ فرض کرو کہ تمہارے تجربہ میں نمائندہ نے جو زاویہ طے کیا ہے وہ ز درجہ ہے۔ تو یہ زاویہ گردشِ کامل کا $\frac{ز}{۳۶۰}$ ہے۔ اب چونکہ سلاخ آگے کی طرف بڑھتی جاتی ہے اور سُوئی کو بھی گُھماتی جاتی ہے اِس لئے جتنا فاصلہ سُوئی طے کریگی سلاخ کے طول کا اضافہ اُس کا دوچند ہوگا۔ لہذا

$$\text{سلاخ کا طولی پھیلاؤ} = ۲\ ق\ ח\ \frac{ز}{۳۶۰}$$

فرض کرو کہ طول کا یہ اضافہ جو تمہاری پیمائش میں آیا ہے ض سمر، سلاخ کا اصلی طول سُوئی تک ط سمر، اور ابتدائے تجربہ میں سلاخ کی تپش ۲۰° م ہے۔ اِس صورت میں سلاخ کا طولی پھیلاؤ اُس کے اصلی طول کا $\frac{ض}{ط}$ ہوگا۔

یہ ظاہر ہے کہ بھاپ کو کافی وقت تک چُھوتے رہنے سے سلاخ کی تپش بھاپ کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آگئی ہے۔ اِس لئے سلاخ کی تپش بھی ۱۰۰° م ہونی چاہئے۔ بناء بریں تجربہ کے دَوران میں سلاخ کی تپش میں (۱۰۰° - ۲۰°) یعنی ۸۰° م کا اضافہ ہُوا ہے۔ لہٰذا تپش کے ایک درجہ اضافہ سے سلاخ کا طولی پھیلاؤ فی اِکائی طول $\frac{ض}{ط \times ۸۰°}$ ہوگا۔ اور تعریف کے رُو سے یہی اُس کے طولی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

تجربہ ۱۳ — طولی پھیلاؤ کی پیمائش —

اُوپر کی تقریر میں جس آلہ کا ذکر آیا ہے دیکھو اُس کے اجزاء کس حالت میں ہیں۔ اگر ضرورت ہو تو اِن کو حسبِ قاعدہ ترتیب دے لو۔ جب آلہ بخوبی مرتب ہو جائے تو تپش پیما سے یہ بات معلوم کرو کہ آلہ کے ارد گرد مکان کے اندر تپش کس درجہ پر ہے۔ یہی سلاخ کی تپش ہوگی۔ اِس کے بعد شیشہ کی نلی میں سے دس پندرہ منٹ تک بھاپ گزارو۔ پھر اِس بات کو دیکھ لو کہ نمائندہ درجہ دار ربعِ دائرہ کے اُوپر کس قدر گھوم گیا ہے۔ اب سُوئی کا قُطر معلوم کر لو۔ اِس کے لئے آسان قاعدہ یہ ہے کہ اِسی موٹائی کی بہت سی سُوئیاں لے کر اُن کو اِس طرح ایک قطار میں رکھو کہ پہلو بہ پہلو ایک دُوسری کو چُھوتی رہیں۔ اِس کے بعد اِس تمام قطار کا عرض ناپ لو

پھر اِس عرض کو سُوئیوں کی تعداد پر تقسیم کر دو۔ لیکن یاد رکھو کہ یہ صرف ایک موٹا سا اندازہ ہوگا۔ کیونکہ تمام سُوئیوں کی موٹائی کا یکساں ہونا یقینی نہیں۔ اِس لئے اگر حساب میں نزاکت کا لحاظ ہو تو سُوئی کا قطر ناپنے کے لئے اُن نازک آلات کو استعمال کرنا چاہیئے جو اِسی مطلب کے لئے بنائے جاتے ہیں۔ جب سُوئی کا قُطر معلوم ہو جائے تو پھر اِس کا محیط دریافت کر لینا کچھ مشکل نہیں۔ اِس کے بعد یہ دیکھنا چاہیئے کہ نمائندہ کی گردش اور سُوئی کے محیط کی مدد سے سلاخ کے طول میں کس قدر پھیلاؤ کا پتہ چلتا ہے۔ بھاپ کی تپش معلوم ہے اور سلاخ کی ابتدائی تپش تم پہلے معلوم کر چکے ہو۔ لہٰذا سلاخ کی تپش میں جو اضافہ ہُوا ہے وہ ایک امرِ معلوم ہے۔ اِن مقداروں کی مدد سے دریافت کر لو کہ جس سلاخ کو تم نے تجربہ میں استعمال کیا ہے اُس کے طولی پھیلاؤ کی شرح کیا ہے۔ حساب کا طریق حسبِ ذیل ہونا چاہیئے:۔

اِتنی لمبی سلاخ کی تپش میں جب اِتنے درجہ ترقی ہوئی تو اُس کا طول اِتنے سنتی میتر بڑھ گیا۔

لہٰذا سلاخ مذکور کے ۱ سمر طول میں ۱ درجہ تپش کی ترقی سے اِتنے سنتی میتر کا اضافہ ہُوا۔

اِس طرح جو مقدار حاصل ہوگی وُہی تمہاری سلاخ کے طولی پھیلاؤ کی شرح ہے۔

آؤ اِس بات پر اتفاق کر لیں کہ **طولی پھیلاؤ کی شرح** ہمیشہ عبرانی کے حرف א (الف) سے تعبیر کی جائیگی۔ اُوپر جو ہم نے تعریف بیان کی ہے اُس کے رُو سے اِس شرح کی

قیمت حسبِ ذیل ہوگی:-

$$\varkappa = \frac{\text{طول کا تغیر}}{\text{ابتدائی طول} \times \text{تپش کا تغیر}}$$

یا فرض کرو کہ

$ط_{ت}$ = طول $ت^{\circ}$ ھ پر

$ط_{تَ}$ = طول $تَ^{\circ}$ ھ پر جب کہ $تَ^{\circ}$ ھ، $ت^{\circ}$ ھ سے بلند تر ہے۔ تو اِس صورت میں اُوپر کی مساوات ذیل کی شکل اختیار کریگی:—

$$\varkappa = \frac{ط_{تَ} - ط_{ت}}{ط_{ت}\,(تَ^{\circ} - ت^{\circ})}$$

یا $ط_{تَ} - ط_{ت} = \varkappa\, ط_{ت}\,(تَ^{\circ} - ت^{\circ})$

یا $ط_{تَ} = ط_{ت}\left\{1 + \varkappa\,(تَ^{\circ} - ت^{\circ})\right\}$

مثال —— صفر درجہ ھ کی تپش پر نُقریہ کی سلاخ کا طول دو میتر ہو تو ۱۰۰° ھ پر پہنچ کر اِس کا طول کیا ہوگا؟ نُقریہ کے طُولی پھیلاؤ کی شرح ۰٫۰۰۰۰۰۹ ہے۔

سلاخ مذکور کا ۱ سم طول ۰° ھ سے ۱° ھ پر پہنچ کر ۱ + ۰٫۰۰۰۰۰۹ ہو جاتا ہے۔

〃 〃 〃 〃 ۱۰۰° ھ پر پہنچ کر ۱ + (۰٫۰۰۰۰۰۹ × ۱۰۰) ہو جائیگا۔

لہٰذا سلاخ مذکور کا ۲۰ سم طول ۰° ھ سے ۱۰۰° ھ پر پہنچ کر

۲۰۰ {۱ + (۰٫۰۰۰۰۰۹ × ۱۰۰)} سم ہو جائیگا۔

پس سلاخ مذکور کا طول ۱۰۰° ھ پر = ۲۰۰ × ۱٫۰۰۰۹ سم

= ۲۰۰٫۱۸ سم

سطحی پھیلاؤ کی شرح —— اِس شرح سے

وہ اضافہ مُراد ہے جو تپش کے ۱° ھ بڑھ جانے سے کسی ٹھوس کی سطح میں فی اِکائی رقبہ پیدا ہوتا ہے۔

فرض کرو کہ ۰° ھ پر کسی دھات کی مربع چادر کے ہر کنارے کا طول ۱ سم ہے۔ اِس دھات کے طولی پھیلاؤ کی شرح اگر ۸ ہو اور چادر گرم ہو کر ۱° ھ پر پہنچ جائے تو ظاہر ہے کہ اِس کے ہر کنارے کا طول (۱ + ۸) سم ہو جائیگا۔ بناءً بریں چادر کی سطح کا رقبہ جو ۰° ھ پر ۱ مربع سم تھا اب ۱° ھ پر پہنچ کر حسبِ ذیل ہو جائیگا:—

رقبہ = (۱ + ۸)^۲ مُربع سم

= ۱ + ۲ ۸ + ۸^۲ مُربع سم

یہ بات ثابت ہو چکی ہے کہ جن ٹھوس جسموں کے طولی پھیلاؤ کی شرح بہت زیادہ ہے اُن میں بھی اُس کی مقدار اتنی خفیف ہے کہ ایک چھوٹی سی کسر سے زیادہ نہیں۔ پھر ۸^۲ کی قیمت تو اَور بھی کم ہونا چاہیئے۔ لہٰذا مقدار بالا میں ۸^۲ نظر انداز کر دیا جائے تو کچھ ہرج نہ ہوگا۔ اور چادر مذکور کی سطح کا رقبہ صرف (۱ + ۲ ۸) مربع سم سمجھا جائیگا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ چادر مذکور کی تپش جب ۰° ھ سے بڑھ کر ۱° ھ پر پہنچ گئی تو اُس کی سطح کا رقبہ ۱ مربع سم سے بڑھ کر (۱ + ۲ ۸) مربع سم ہو گیا۔ پس سطحی پھیلاؤ کی شرح ۲ ۸ ہے۔ اور **عدداً** یہ طولی پھیلاؤ کی شرح کا دو چند ہے۔ لہٰذا اِس نکتہ کو یوں یاد رکھنا چاہیئے کہ سطحی پھیلاؤ کی شرح **عدداً** ہمیشہ طولی پھیلاؤ کی

شرح سے **دوچند** ہوتی ہے۔

مثال ——— °۰ مر کی تپش پر پیتل کی ایک مستطیل چادر کا طول ۲۰ سمر اور عرض ۱۰ سمر ہے۔ اِس چادر کو اِس قدر گرم کیا جائے کہ اِس کی تپش °۵۰ مر پر پہنچ جائے تو اِس کے رقبہ میں کس قدر اضافہ ہوگا؟

پیتل کے طولی پھیلاؤ کی شرح = ۰٫۰۰۰۰۱۹

ابتدائی رقبہ °۰ مر پر = ۲۰ × ۱۰ مربع سمر

= ۲۰۰ مربع سمر

چادر کا طول °۵۰ مر پر = ۲۰ {۱ + (۰٫۰۰۰۰۱۹ × ۵۰)}

= ۲۰ × ۱٫۰۰۰۹۵

= ۲۰٫۰۱۹ سمر

چادر کا عرض °۵۰ مر پر = ۱۰ {۱ + (۰٫۰۰۰۰۱۹ × ۵۰)}

= ۱۰ × ۱٫۰۰۰۹۵

= ۱۰٫۰۰۹۵ سمر

پس چادر کا رقبہ °۵۰ مر پر = ۲۰٫۰۱۹ × ۱۰٫۰۰۹۵

= ۲۰۰٫۳۸ مربع سمر

لہٰذا رقبہ کا اضافہ = ۰٫۳۸ مربع سمر

دوسرا قاعدہ

چونکہ سطحی پھیلاؤ کی شرح = ۰٫۰۰۰۰۱۹ × ۲

= ۰٫۰۰۰۰۳۸

لہٰذا چادر کا رقبہ ۵۰° ھ پر = ۲۰۰ {۱+(۵۰×۰٫۰۰۰۰۳۸)}

= ۲۰۰ {۱+ ۰٫۰۰۱۹}

= ۲۰۰٫۳۸ مربع سمر

ٹھوس جسموں کا مکعب پھیلاؤ ——— کسی ٹھوس جسم کو گرم کرتے ہیں تو اُس کے تمام ابعاد کی مساحت عموماً ایک ہی نسبت سے بڑھتی ہے۔ فرض کرو کہ دھات کے کسی مکعب ٹکڑے کا ہر پہلو ۰° ھ کی تپش پر ۱ سمر اور اُس کے طولی پھیلاؤ کی شرح α ہے۔ اِس مکعب کو اِس قدر حرارت پہنچائی گئی ہے کہ اُس کی تپش ۱° ھ پر پہنچ گئی ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس حال میں اُس کے ہر پہلو کا طول $(1+\alpha)$ سمر ہو جائیگا اور اُس کا حجم $(1+\alpha)^3$ مکعب سمر ہوگا۔ لہٰذا

حجم کا اضافہ $= (1+\alpha)^3 - 1$

$= (1 + 3\alpha + 3\alpha^2 + \alpha^3) - 1$

$= 3\alpha + 3\alpha^2 + \alpha^3$

لیکن α نہایت چھوٹا ہے۔ اِس لئے اِس کا مربع اور مکعب، قیمت میں اِس سے بھی زیادہ چھوٹا ہو جائیگا۔ لہٰذا اُوپر کی مقدار میں پہلی کے سوا باقی سب رقموں کو نظر انداز کر دیا جائے تو کچھ ہرج نہیں۔ اِس بناء پر ہم کہہ سکتے ہیں کہ حجم کا اضافہ 3α ہے اور یہ عدداً طولی پھیلاؤ کی شرح کا **سہ چند** ہے۔

تعریف کے رُو سے کسی چیز کے مکعب پھیلاؤ کی شرح سے **وہ اضافہ فی اِکائی حجم مُراد ہے جو اِس چیز کی تپش کو**

ا° ہر بڑھا دینے سے پیدا ہوتا ہے۔ لہذا ۳ N دھات مذکور کے مکعب پھیلاؤ کی شرح ہے۔ اور اِس سے ظاہر ہے کہ ٹھوس جسموں کے مکعب پھیلاؤ کی شرح عدداً اُن کے طولی پھیلاؤ کی شرح کا سہ چند ہونی چاہیے۔

مایعات کا پھیلاؤ

پچھلی فصل میں ہم بیان کر چکے ہیں کہ مختلف قسم کے مایعات کو حرارت پہنچا کر اُن کی تپش میں برابر برابر ترقی کر دی جاتی ہے تو اُن سب کا پھیلاؤ یکساں نہیں ہوتا۔ اب ذیل کے تجربہ سے یہ بات بخوبی واضح ہو جائیگی کہ مختلف مایعات کے، پھیلاؤ کی شرحوں میں کس قدر اختلاف پایا جاتا ہے۔ اِس سے یہ بھی معلوم ہو جائیگا کہ ٹھوس جسموں کی بہ نسبت مایعات کے پھیلاؤ میں باقاعدگی کا پہلو زیادہ قائم رہتا ہے۔

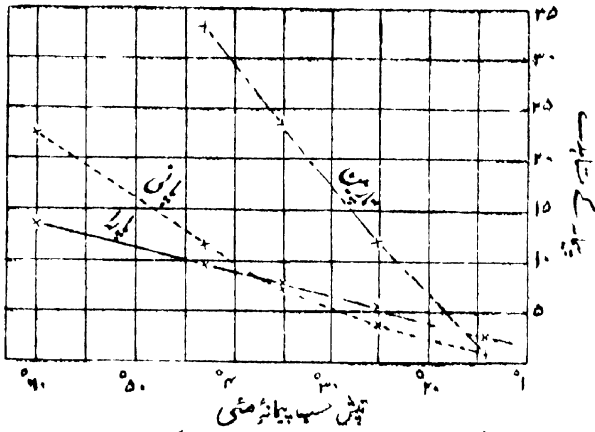
تجربہ ۱۴ ـــــــ پارا، پانی اور روحِ شراب۔

شیشہ کی تین ایسی صُراحیاں لو کہ ہر ایک کے بطن میں چار اونس کی گنجائش ہو۔ ہر صُراحی کے مُنہ میں ربڑ کی ڈاٹ لگا دو اور ہر ڈاٹ میں شیشہ کی ایک لمبی نلی داخل کر دو۔ اِن نلیوں کے سُوراخ، وسعت میں برابر ہونا چاہئیں۔ صُراحیوں کو پارے، پانی، اور روحِ شراب سے بھر دو۔ پانی اور روحِ شراب میں تھوڑی سی مجیٹھ یا سُرخ روشنائی ملا دینی چاہیئے۔ اِس سے صُراحی کے اندر اِن دونوں چیزوں کی رویت آسان ہو جائیگی۔

اِن تینوں مایعات کی مقداروں کو اِس انداز سے رکھو کہ جب صُراحیوں کے مُنہ میں ڈاٹیں لگ جائیں تو مایع کا اُستوانہ تھوڑا سا ہر نلی میں ڈاٹ کے اُوپر اُٹھا رہے اور تینوں اُستوانوں کی بلندی مساوی ہو۔ اب ایک گہری رکابی میں پانی ڈال کر تینوں صُراحیوں کو اُس کے اندر پہلو بہ پہلو رکھ دو۔ رکابی کے پانی کو ہلاتے رہو کہ اِس کی تپش ہر جگہ ایک حال پر رہے۔ جب صُراحیوں کو اِس حالت میں چند دقیقے گزر جائیں تو تپش پیما سے رکابی کے پانی کی تپش معلوم کرو۔ صُراحیوں کے اندر جو مایع ہیں اُن کی تپش بھی یہی ہوگی۔ اب پیمانہ سے ناپ کر دیکھ لو کہ ربڑ کی ڈاٹوں کے اُوپر ہر مایع کے اُستوانہ کی بلندی کس قدر ہے۔ اِس کے بعد رکابی میں اِس قدر گرم پانی ڈالو کہ اُس کے اندر تمام پانی کی تپش میں ۱۰° م ترقی ہو جائے۔ اس پانی کو چند دقیقوں تک ہلاتے رہو تاکہ مختلف مقامات پر اُس کی تپش میں فرق نہ ہونے پائے۔ اِس کے بعد پانی کی تپش معلوم کرو اور ہر مایع کے اُستوانہ کی بلندی بھی ناپ لو۔ پھر رکابی میں اَور گرم پانی ڈال کر اِسی تجربہ کو دُہراؤ۔ اور اِسی طرح کئی مشاہدے کرو یہاں تک کہ تپش ۷۰° م یا ۸۰° م تک پہنچ جائے۔ مشاہدوں کو لکھنے کا طریق حسبِ ذیل ہونا چاہئے :—

نمبر تجربہ	تپش	پارے کے اُستوانہ کی بلندی	پانی کے اُستوانہ کی بلندی	رُوحِ شراب کے اُستوانہ کی بلندی
۱				
۲				
۳				
۴				

اب ایک مربعدار کاغذ لو اور ہر مایع کے متعلق جو تمہارے مشاہدے ہیں اُن کی مدد سے اِس کاغذ پر تین مُنحنی تیار کرو۔ پھر اِن تینوں کا مقابلہ کر کے بتاؤ کہ اِن سے کِن کِن باتوں کا پتہ چلتا ہے۔ اِس بات کو یاد رکھو کہ ہر مُنحنی کی تیاری میں ایک خطِ محور، تپش کی تعبیر ہوگا۔ اور دُوسرا، مایع کے اُستوانہ کی اُن بلندیوں کو تعبیر کریگا جو خاص خاص تپشوں کے مقابل پڑتی ہیں۔

شکل ۱۵ میں پارے، پانی، اور تارپین، کے نتائجِ مشاہدہ کا مقابلہ کیا گیا ہے۔ تینوں مُنحنیوں کو دیکھو۔ مُنحنی صاف اِس بات پر دلالت کرتے ہیں کہ پانی اور تارپین کے پھیلاؤ کی شرح،

شکل ۱۵ - تارپین، پانی، اور پارے کے پھیلاؤ کا مقابلہ۔

تپش کی ترقی کے ساتھ ساتھ بڑھتی جاتی ہے۔

مایعات کا اصلی اور ظاہر پھیلاؤ

مایعات کے متعلق بڑی مشکل یہ ہے کہ اِن چیزوں کو تجربہ کے وقت ہم برتن کی قید سے آزاد نہیں کر سکتے۔ ہر حال میں انہیں

کسی نہ کسی برتن کے اندر رکھنا پڑتا ہے اور اِس قسم کا کوئی برتن نہیں مل سکتا کہ اُس میں حرارت کے اثر سے پھیل جانے کی قابلیت نہ ہو۔ اِس لئے جب ہم کسی مایع کا پھیلاؤ دیکھتے ہیں تو اِس میں برتن کے پھیلاؤ کا اثر بھی شامل ہو جاتا ہے۔ جب برتن پھیل جاتا ہے تو ظاہر ہے کہ اِس کا بطن زیادہ کشادہ ہو جاتا ہے۔ جس کا نتیجہ یہ ہے کہ برتن کے اندر جو مایع رکھا ہے اُس کا حجم بظاہر اپنی اصلیت سے کم معلوم ہوتا ہے۔ چنانچہ پچھلی فصل میں ہم دکھا چکے ہیں کہ اگر شیشہ کی صُراحی میں مُنہ تک کوئی مایع چیز بھر کر اُس کے مُنہ میں ربڑ کی ڈاٹ اور ڈاٹ میں شیشہ کی لمبی نلی اِس طرح لگا دی جائے کہ نلی کے اندر ایک حد تک مایعِ مذکور کا اُستوانہ کھڑا ہو جائے تو اِس صُراحی کو گرم کرنے کا نتیجہ یہ ہوگا کہ ابتدا میں مایع کا اُستوانہ نلی میں نیچے اُترنے لگیگا۔ اور اِس واقعہ کی صورت دیکھ کر تمہارے دل میں یہی خیال پیدا ہوگا کہ حرارت کے اثر سے مایع سُکڑ رہا ہے۔ لیکن اِس بات کو نگاہ میں رکھو کہ حرارت کا اثر ابھی مایع کے وجود تک نہیں پہنچا۔ مایع جب گرم ہو جائیگا تو پھیلاؤ کی زیادتی کی وجہ سے اُس کا اُستوانہ نلی کے اندر اُٹھتا ہُوا دکھائی دیگا۔ برتن کے پھیل جانے سے مایع کا پھیلاؤ اپنی اصلیت سے گھٹ کر نظر آتا ہے اور یہ ظاہر ہے کہ یہ کمی برتن کے پھیلاؤ کے برابر ہونی چاہئے۔ مایعات کے اِس پھیلاؤ کو جو برتن کے اندر **بظاہر** نظر آتا ہے مایع کا **ظاہر پھیلاؤ** کہتے ہیں۔ کسی

مایع کا اصلی پھیلاؤ معلوم کرنا ہو تو اِس میں برتن کے پھیلاؤ کو بھی محسوب کرنا پڑیگا۔ اور اُس کا اصلی پھیلاؤ اُس کے ظاہر پھیلاؤ اور برتن کے پھیلاؤ کا مجموعہ ہوگا۔ یا یوں کہو کہ

کسی مایع کا پھیلاؤ = اُس کا ظاہر پھیلاؤ + برتن کا پھیلاؤ۔

اِس سے ظاہر ہے کہ اِن تین مقداروں میں سے کوئی سی دو معلوم ہوں اور تیسری مجہول، تو اِس مجہول کی قیمت دریافت کرلینا کچھ دُشوار نہیں۔ اب اِس بات کو تم بخوبی سمجھ سکتے ہو کہ جب تپش پیما کو استعمال کرتے ہیں تو اِس میں ہم پارے کے صِرف **ظاہر** پھیلاؤ کو دیکھتے ہیں۔ اِسی طرح گزشتہ تجربہ میں پارے، پانی، اور روحِ شراب کا پھیلاؤ جو ہم نے دیکھا ہے وہ بھی حقیقت میں اِن چیزوں کا **ظاہر** پھیلاؤ ہے۔

پھیلاؤ اور کثافت ——— مکعب پھیلاؤ کی شرح کی تعریف تم پڑھ چکے ہو۔ مایعات کے باب میں اِسی پھیلاؤ کے اندازہ کی ضرورت پڑتی ہے۔ فرض کرو کہ کسی مایع کے مکعب پھیلاؤ کی شرح **ش** ہے۔ اُس کی کسی معیّن **کمیت** کا حجم ت° پر $\text{ح}_{\text{ت}^\circ}$ ہے۔ پھر جب اُس کی تپش کو بڑھا کر ت° پر پہنچا دیا تو اُس کا حجم $\text{ح}_{\text{ت}}$ ہوگیا۔ پس تعریف کے رُو سے

$$\text{ش} = \frac{\text{ح}_{\text{ت}} - \text{ح}_{\text{ت}^\circ}}{\text{ح}_{\text{ت}^\circ}(\text{ت} - \text{ت}^\circ)}$$

یا

$$\text{ح}_{\text{ت}} - \text{ح}_{\text{ت}^\circ} = \text{ح}_{\text{ت}^\circ}\,\text{ش}\,(\text{ت} - \text{ت}^\circ)$$

لہٰذا $ح_ت = ح_{ت\circ} \{ ۱ + ش (ت - ت\circ) \} \cdots\cdots (۱)$

یہ ظاہر ہے کہ اگر کمیت مستقل رہے تو مایع کی کثافت کو حجم کے ساتھ تناسبِ معکوس میں ہونا چاہئے۔ یعنی ت° کی تپش پر مایع کی کثافت $ث_{ت\circ}$ اور ت° پر $ث_ت$ ہو تو $ث_{ت\circ}$ کو $\frac{1}{ح_{ت\circ}}$ کا تناسب ہونا چاہئے اور $ث_ت$ کو $\frac{1}{ح_ت}$ کا تناسب۔ بناء بریں مساوات (۱) کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی :-

$ث_{ت\circ} = ث_ت \{ ۱ + ش (ت - ت\circ) \} \cdots\cdots (۲)$

تجربہ ۱۵ — مایعات کے ظاہر پھیلاؤ کی شرح

- اِس بات کو یاد رکھو کہ جب ہم مایعات کے پھیلاؤ کا ذکر کرتے ہیں تو اِس سے ہمیشہ اُن کے حجم کا پھیلاؤ مقصود ہوتا ہے۔ ایک ۳۰ سمر لمبی شیشہ کی نلی لو جس کے سُوراخ کا قُطر ۲ رمم ہو۔ اُس کا ایک سرا پگھلا کر بند کر دو اور اُس کے اندر اِس قدر پانی ڈالو کہ اُس کا کچھ حصہ خالی رہے۔ پھر جیسا کہ شکل ۱۶ میں دکھایا گیا ہے تاگے کی مدد سے' یا ربڑ کے بند لگا کر' اِس نلی کو تپش پیما کے ساتھ باندھ دو اور اِس مجموعہ کو پگھلتے ہوئے یخ کے اندر اِس طرح رکھو کہ نلی کے تمام پانی کو یخ گھیر لے۔ تھوڑی سی دیر کے بعد نلی کے پانی کی تپش' پگھلتے ہوئے یخ کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آجائیگی۔ اب یہ دیکھ لو کہ نلی کے پانی کی سطح تپش پیما کے کون سے درجہ کے محاذی ہے۔ اِس کے بعد

شکل ۱۶

نلی اور تپش پیما دونوں کو اِسی طرح ایک ساتھ یکے بعد دیگرے ۴۰°، ۵۰°، ۶۰°، ۷۰°، ۸۰°، کی تپش کے پانی میں رکھو اور ہر حال میں دیکھتے جاؤ کہ نلی کے پانی کی سطح تپش پیما کے کس نشان کے محاذی ہے۔ اِس بات کا ہمیشہ خیال رکھنا چاہئے کہ نلی کا پانی سارے کا سارا گرم پانی کے اندر ڈوبا رہے۔ ورنہ اُس کے ہر حصہ کی تپش باہر کے پانی کی تپش کے ساتھ ایک حال پر نہ آسکیگی۔ اِس کے بعد نلی اور تپش پیما کے مجموعہ کو پانی سے باہر نکال لو اور پیمانہ سے ناپ کر دیکھو کہ نلی کے پیندے سے لے کر تپش پیما کے اُن درجوں تک کتنا کتنا فاصلہ ہے جن کے محاذی، مختلف حالتوں میں، نلی کے پانی کی سطح پڑتی تھی۔ پیمائش کے وقت اِس بات کی احتیاط رکھنا چاہئے کہ تپش پیما کے ساتھ بندھی ہوئی نلی نیچے اُوپر سرکنے نہ پائے۔ نلی سرک جائیگی تو فاصلوں کی پیمائش صحیح نہ ہوگی۔ تجربہ کے نتائج کا اندراج حسبِ ذیل ہونا چاہئے :۔

نمبر تجربہ	تپش	پانی کے اُستوانہ کا طول	تپش کی ترقی	اُستوانہ کے طول کا اضافہ
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				

اِن مشاہدوں سے حساب لگا کر پانی کے ظاہر پھیلاؤ کی

شرح معلوم کرو۔ اگر نلی کا سوراخ ہموار ہے تو مایع کا حجم اُس کے طول کا متناسب ہوگا۔

مایع کے ظاہر پھیلاؤ کی شرح کثافتِ اضافی کی بوتل سے بھی دریافت ہو سکتی ہے اور اِس میں نتیجہ کی صحت بھی زیادہ یقینی ہے۔ یہ قاعدہ ذیل کے تجربہ سے واضح ہو جائیگا۔

تجربہ ۱۶ ـــــ دُوسرا قاعدہ ـ کثافتِ اضافی کی بوتل لے کر اُس کو صاف اور خشک کر لو اور تول کر دیکھو کہ اُس کا وزن کیا ہے۔ فرض کرو کہ اُس کا وزن و ہے۔ اب جس مایع پر تجربہ کرنا منظور ہے وہ اِس بوتل کے اندر بھرو۔ پھر بوتل کے مُنہ میں ڈاٹ لگا کر اُسے گردن تک ٹھنڈے پانی میں رکھ دو اور تقریباً پانچ دقیقہ تک اِسی حالت میں رہنے دو۔ پانی کو اچھی طرح سے ہلاتے رہو تاکہ اُس کی تپش ہر جگہ ایک حال پر رہے۔ جب بوتل کو پانی میں رکھے ہوئے تقریباً پانچ دقیقے گزر جائیں تو پانی کی تپش معلوم کر لو۔ فرض کرو کہ پانی کی تپش ت° حر ہے۔ اِس کے بعد بوتل کو پانی سے باہر نکالو۔ اور اُس کی بیرونی سطح کو پونچھ کر پانی کی آلائش سے بالکل پاک کر دو۔ اِس دَوران میں بوتل کو ٹھنڈے کپڑے کی کئی تہوں کے اندر رکھنا چاہیئے اور اِس بات کا خیال رہنا چاہیئے کہ ہاتھ بوتل کو چھونے نہ پائے۔ اِس احتیاط کا لحاظ نہ ہوگا تو تمہارے ہاتھ کی حرارت سے بوتل گرم ہو جائیگی۔

جب بوتل کے بدن پر پانی کا کوئی نشان باقی نہ رہے تو بوتل کا وزن دریافت کرو۔ فرض کرو کہ یہ وزن و۱ ہے۔ یہ بوتل اور مایع دونوں کا وزن ہوگا۔ اب ٹھنڈے پانی کا کچھ حصہ پھینک کر اُس کی جگہ اِس قدر

گرم پانی لے لو کہ کُل پانی کی تپش ۶۰° یا ۷۰° ھ پر پہنچ جائے۔ اِس کے بعد بوتل کی گردن میں تاگا باندھ کر اِس حمام کے اندر اِس طرح لٹکا دو کہ گردن تک گرم پانی میں ڈوبی رہے۔ اِس حمام کے نیچے ایک چھوٹا سا شُعلہ رکھ دو اور تپش پیما سے پانی کی تپش دیکھتے رہو۔ شُعلہ سے حمام کو اِس طرح حرارت پہنچانی چاہیئے کہ پانی کی تپش کم از کم پانچ دقیقہ تک مستقل رہے۔ اِس دَوران میں پانی کو برابر ہلاتے رہنا چاہیئے ورنہ مختلف مقامات پر اُس کی تپش میں فرق پیدا ہو جائیگا۔ اب پانی کی آخری تپش دیکھ لو۔ فرض کرو کہ یہ تپش تَ° ھ ہے۔ اِس کے بعد بوتل کو پانی سے باہر نکال کر اُس کے بدن کو جیسا کہ اُوپر بیان کیا گیا ہے پھر اچھی طرح خُشک کرو۔ جب بوتل ٹھنڈی ہو جائے تو تول کر دیکھو کہ اب اِس کا وزن کیا ہے۔ فرض کرو کہ یہ وزن و_3 ہے۔

اِس حال میں

اُس مایع کا وزن جو ت° ھ پر بوتل کے اندر ہے = $\text{و}_2 - \text{و}_1$ گرام

" " " " تَ° ھ " " " " " " = $\text{و}_3 - \text{و}_1$ گرام

اگر یہ بات مان لی جائے کہ تجربہ کے دَوران میں بوتل کی گنجائش مستقل رہتی ہے تو ظاہر ہے کہ مایع کی کثافت اُس کے وزن کی متناسب ہے۔ اور حجم کے ساتھ معکوس تناسب رکھتی ہے۔ لہٰذا تقریر گزشتہ کی مساوات (۲) کے رُو سے۔

$$\text{و}_2 - \text{و}_1 = (\text{و}_3 - \text{و}_1)\{1 + \text{ش}(\text{تَ}^\circ - \text{ت}^\circ)\}$$

یا

$$\text{ش} = \frac{\text{و}_2 - \text{و}_3}{(\text{و}_3 - \text{و}_1)(\text{تَ}^\circ - \text{ت}^\circ)}$$

مایع کے اصلی پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنا ہو تو اِس

ظاہر پھیلاؤ کی شرح میں شیشہ کے مکعب پھیلاؤ کی شرح کو بھی محسوب کرنا پڑیگا۔ مثلاً شیشہ کے طولی پھیلاؤ کی شرح اگر ۰٫۰۰۰۰۰۸ مان لی جائے تو اُس کے مکعب پھیلاؤ کی شرح اس کا سہ چند یعنی ۰٫۰۰۰۰۲۴ ہونی چاہیئے۔ اِس کو نتیجہ بالا میں شامل کرلو تو دونوں کا مجموعہ مایع مذکور کے اصلی پھیلاؤ کی شرح ہوگا۔

یہاں تک جو کچھ بیان ہُوا ہے اُس میں ہم اِس بات کو مانتے چلے آئے ہیں کہ پھیلاؤ کی شرح، تپش کے ہر درجہ پر مستقل رہتی ہے۔ لیکن اگر غور سے دیکھا جائے تو واقعہ یہ ہے کہ یہ خیال صحیح نہیں۔ تپش کے درجوں کے ساتھ ساتھ شرح کی قیمت بھی بدلتی جاتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کسی چیز کے پھیلاؤ کو جب ہم (ت - ت) پر تقسیم کرکے اُس کے پھیلاؤ کی شرح دریافت کرتے ہیں تو یہ گویا ان درجوں کے درمیان پھیلاؤ کی شرح کا اوسط ہے۔ ٹھوس جسموں میں پھیلاؤ کی شرح نہایت خفیف ہوتی ہے۔ اِس لئے تپش کے مختلف درجوں پر اِس میں جو فرق پیدا ہوتا ہے وہ بھی نہایت خفیف ہے اور ہم اِس کو نظر انداز کردیتے ہیں۔ لیکن مایع چیزوں کا پھیلاؤ ٹھوس جسموں کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہے۔ اِس لئے اگر مایع چیزوں کے پھیلاؤ میں اِس قسم کی بے قاعدگی دیکھنے میں آئے تو اُس کو نظر انداز کردینا ٹھیک نہیں۔ تجربہ سے ثابت ہے کہ عام طور پر مایع چیزوں میں بھی یہ بے قاعدگی کچھ زیادہ قدر و قیمت نہیں

رکھتی۔ لیکن بعض مائع اِس قسم کے بھی ہیں کہ اُن کے باب میں اِس امر کا خیال رکھنا ضروری ہو جاتا ہے۔ چنانچہ پانی اِس گروہ میں سب سے زیادہ ممتاز ہے۔ ذیل میں اِس کے پھیلاؤ کی خصوصیات ہم کسی قدر تفصیل سے بیان کرتے ہیں۔

پانی کے پھیلاؤ کی بے قاعدگی ——— تم دیکھ چکے ہو کہ کسی مادّی جسم کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو حرارت کے اثر سے وہ پھیلتا جاتا ہے۔ پھر اُس کو ٹھنڈا کرتے ہیں تو سکڑنے لگتا ہے۔ لیکن پانی کا حال نہایت عجیب ہے۔ اِسے ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو باقی چیزوں کی طرح اِس کا حجم بھی کم ہوتا جاتا ہے اور یہ کمی ۴°م تک جاری رہتی ہے۔ لیکن جب اِس کی تپش ۴°م پر پہنچتی ہے تو اِس کے پھیلاؤ میں بے قاعدگی شروع ہو جاتی ہے۔ اِس مقام پر پہنچ کر پانی خلافِ توقع پھیلنے لگتا ہے۔ اور ۰°م کی تپش تک برابر پھیلتا رہتا ہے۔ پھر تپش کے اِس درجہ پر آکر بھی اگر تبرید کا عمل برابر جاری رہے تو اِس میں بستگی کے آثار شروع ہو جاتے ہیں اور پانی جم کر یخ بن جاتا ہے۔ لیکن اِس پر بھی اِس کے پھیلاؤ کا یہ عالم ہے کہ یخ کا حجم اپنے پانی کے حجم سے بہت زیادہ ہوتا ہے۔

اب اِن واقعات کا عکس دیکھو۔ ۰°م کی تپش کے پانی کو حرارت پہنچائی جائے تو جوں جوں تپش میں ترقی ہوگی پانی کا حجم کم ہوتا جائیگا۔ اور یہ عمل برابر جاری رہیگا یہاں تک کہ تپش ۴°م پر پہنچ جائے۔ پھر اِس مقام پر پہنچ کر تپش میں اور زیادہ

ترقی ہوگی تو اس کے ساتھ ساتھ پانی کا حجم بھی بڑھتا جائیگا۔

یہ بات ہم پہلے بیان کر چکے ہیں کہ کسی جسم کی کمیت میں فرق نہ آئے اور اُس کا حجم بڑھتا جائے تو اس کے ساتھ ساتھ جسم کی کثافت گھٹتی جائیگی۔ اس نکتہ کی وضاحت کے لئے کثافت کی تعریف نگاہ میں رکھو۔ اس کو کمیت/حجم سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ تپش کے تغیر سے پانی کی کثافت پر کیا گزرتی ہے۔

پانی کو گرم یا ٹھنڈا کر کے اُس کی تپش ۴° ھ پر پہنچاتے ہیں تو ظاہر ہے کہ اس دوران میں پانی کی کمیت میں کچھ فرق نہیں آتا۔ لیکن ان دونوں صورتوں میں اُس کا حجم برابر گھٹتا جاتا ہے اور یہ کمی ۴° ھ کی تپش تک جاری رہتی ہے۔ اس لئے ۴° ھ پر پانی کی کثافت اپنی قیمتِ اعظم پر پہنچ جاتی ہے۔ نتیجہ اس کا یہ ہے کہ ۴° ھ کی تپش پر پانی کے کسی معلوم حجم کا اتنا وزن ہوتا ہے کہ تپش کے کسی اور درجہ پر اسی قدر حجم لے کر دیکھا جائے تو اُس کا وزن اس حد کو نہیں پہنچتا۔ اس بناء پر ۴° ھ کو **پانی کی کثافتِ اعظم کی تپش** کہتے ہیں۔

پانی کی کثافتِ اعظم کی تپش معلوم کرنے کا قاعدہ ——— اگر یہ دیکھنا ہو کہ کثافتِ اعظم کی تپش کے قریب پہنچ کر پانی کے حجم میں کیا کیا تغیر واقع ہوتے ہیں تو جس برتن میں پانی ڈال کر تجربہ کرنا منظور ہے اُس میں کوئی ایسی تدبیر کرنا چاہیئے کہ تپش کی کمی بیشی سے اُس کی گنجائش میں فرق

نہ آنے پائے۔ یہ مطلب اِس طرح حاصل ہو سکتا ہے کہ شکل ۱۷ کی طرح ایک شیشہ کا برتن لے کر اُس کا ایک حصہ پارے سے بھر دیا جائے۔ برتن ٹھنڈا ہوگا تو اُس کا شیشہ سکڑیگا جس سے برتن کی گنجائش کم ہو جائیگی۔ لیکن اِس کے ساتھ ہی پارا بھی ٹھنڈا ہوکر سکڑتا جائیگا۔ اور نتیجہ یہ ہوگا کہ برتن کی نلی اور پارے کے درمیان، جو فضاء ہے اُس کی وسعت بڑھ جائیگی۔ اِس طرح شیشہ کے سکڑنے سے برتن کی گنجائش میں جو کمی ہوگی پارے کے سکڑنے سے اُس کی کسر نکل جائیگی۔ پارے کے پھیلاؤ کی شرح شیشہ کے مکعب پھیلاؤ کی شرح سے تقریباً سات گنا ہے۔ اِس لئے اگر برتن کے بطن کا ساتواں حصہ پارے سے بھر دیا جائے تو برتن کا جو حصہ پانی کے لئے باقی بچیگا اُس کا حجم مستقل رہیگا اور ہمیں تجربہ کے لئے ایک مستقل گنجائش کا برتن مل جائیگا۔

پانی

پارا

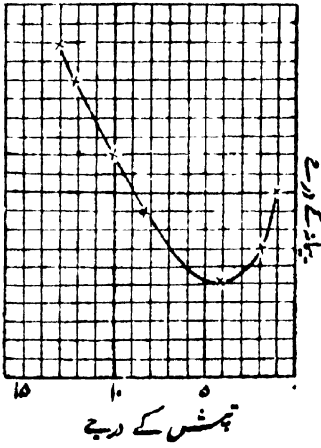
شکل ۱۷۔

اِس آلہ کو تجربہ کے لئے تیار کرنا ہو تو پہلے خالی برتن کو تول لو۔ پھر اِس میں پارا بھر دو اور دوبارہ وزن کرو۔ اِس کے بعد برتن کو اُلٹ کر بار بار ٹھنڈا اور گرم کرو یہاں تک کہ پارے کے چھ حصے باہر نکل جائیں اور صرف ساتواں حصہ

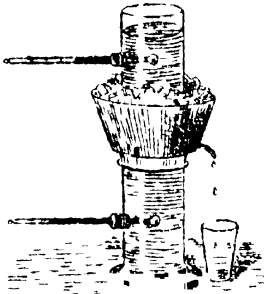
برتن کے اندر رہ جائے۔ جب اتنا کام ہو چکے تو آلہ کو کسی سہارے کے ساتھ عموداً کھڑا کر دو اور اُس کے اندر کشید کیا ہُوا پانی بھر دو۔ اِس پانی کو استعمال سے پہلے اچھی طرح جوش دے لینا چاہیئے تاکہ جذب شدہ ہَوا اُس میں سے کلیتہً خارج ہو جائے۔

تجربہ ۱۷ ـــــ پانی کا پھیلاؤ نقطۂ انجماد کے قریب ـــــ اُوپر کی تقریر میں ہم نے جس آلہ کا ذکر کیا ہے اُس کو ایک چَوڑی امتحانی نلی میں رکھ کر کسی سہارے کے ساتھ کھڑا کر دو۔ اور امتحانی نلی میں پارا ڈال دو تاکہ تپش ہر جگہ مستقل رہے۔ اِس پارے کے اندر تپش پیما رکھو اور امتحانی نلی کو سہارا دے کر شیشہ کے گلاس میں سرد پانی کے اندر کھڑا کر دو۔ اِس کے بعد یہ دیکھ لو کہ آلہ کی نلی میں پانی کی سطح کِس مقام پر ہے اور تپش پیما کِس درجہ کی تپش کا نشان دے رہا ہے۔ پھر گلاس کے اندر پانی میں یخ ملا دو اور جوں جوں تپش کم ہوتی جائے اِس بات کو دیکھتے جاؤ کہ ہر ۱ درجۂ تپش کی کمی کے مقابل آلہ کے پانی کی سطح کِس مقام پر ہے۔ جب تپش گھٹتے گھٹتے ۴° م پر پہنچ جائے تو پھر گلاس کے پانی میں تھوڑا تھوڑا گرم پانی ملاتے جاؤ تاکہ اِس کی تپش بالتدریج بڑھنے لگے۔ گرم پانی ڈالنے کی بجائے یہ بہتر ہوگا کہ گلاس کے اندر اگر یخ کا کوئی ٹکڑا باقی ہو تو اُس کو باہر نکال دیا جائے۔ پھر پانی کی تپش میں خود بخود ترقی ہوتی جائیگی۔ جب تپش بڑھنے لگے تو تجربہ کے پہلے حصہ میں تم نے تپش کے جن جن درجوں کے مقابل نلی کے اندر پانی کی بلندی کو دیکھا تھا اُن ہی درجوں کے مقابل اِس وقت بھی پانی کی بلندیوں کو دیکھتے جاؤ۔ اور اپنے مشاہدوں کو

قلمبند کر لو - جب تپش پیما پندرہ سولہ درجہ کی تپش کا نشان دینے لگے تو سمجھو کہ تمہارا تجربہ ختم ہوگیا - اب تجربوں کے دونوں حصوں میں جو تم نے مشاہدے کئے ہیں اُن کا باہم مقابلہ کرو - اور تپش کے ہر درجہ کے مقابل نلی کے اندر جو پانی کی سطح کے دو دو محل تم نے دریافت کئے ہیں، اُن کا اوسط لے لو - اِس عمل سے اغلاطِ مشاہدہ کا اثر کم ہو جائیگا - اِس کے بعد جیسا کہ شکل ۱۸ میں دکھایا گیا ہے مربعدار کاغذ پر اپنے مشاہدات کی مدد سے ایک مُنحنی تیار کرو - اِس مُنحنی میں ایک خطِ محور تپش کے درجوں کو تعبیر کریگا - اور دُوسرا تمہارے اُس پیمانہ کے درجوں کی تعبیر ہوگا جس کی مدد سے تم نے نلی کے اندر پانی کے اُتار چڑھاؤ کو مشاہدہ کیا ہے۔

شکل ۱۸ -

جب مُنحنی تیار ہو جائے تو اُس کی شکل پر غور کرو - اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ نقطۂ انجماد کے قریب پانی کے حجم میں تغیر کا کیا انداز ہے - علاوہ بریں اِس بات کا بھی پتہ چل جائیگا کہ تپش کے کون سے درجہ پر آکر پانی کی کثافت اپنی قیمتِ اعظم پر پہنچ جاتی ہے -

تجربہ ۱۸ ——— ۴° حر کی تپش پر آکر پانی کی کثافت کا اپنی قیمتِ اعظم پر پہنچ جانا ایک اَور تجربہ سے بھی ثابت ہو سکتا ہے - شکل ۱۹ کو دیکھو - اِس میں دھات کا ایک اُستوانہ نما برتن ہے

جس کے پہلو میں دو گردندار سوراخ ہیں - اِن سوراخوں میں کاک لگاؤ اور کاکوں کے اندر ایک ایک تپش پیما داخل کرو۔ پھر برتن میں ۱۰° ھر کی تپش کا پانی بھر دو۔ اُستوانہ کے تمام اِرد گرد رُوئی لپیٹ دو تاکہ گرد و نواح کی ہوا کا اِس کی تپش پر اثر نہ پڑے۔ مزید احتیاط کے لئے برتن کا مُنہ بھی پٹھے سے ڈھک دینا چاہئے۔ جب یہ انتظام ہو جائے تو برتن کو کمر کے قریب بستنی آمیزہ سے ٹھنڈا کرو۔ یہ آمیزہ کُوٹے ہوئے یخ کے ساتھ نمک

شکل ۱۹ -

ہوپ کا آلہ

پانی کی کثافتِ اعظم کی تپش معلوم کرنے کے لئے

مِلا دینے سے تیار ہو سکتا ہے۔ برتن کو ٹھنڈا کرنے کے لئے اُس کی کمر کے گرد ایک اَور برتن لگا رہتا ہے۔ اِس کے اندر بستنی آمیزہ ڈال دیتے ہیں۔ دیکھو اِس برتن کے پہلو میں ایک ٹونٹی بھی ہے۔ یخ پگھلتا ہے تو اُس کا پانی اِس ٹونٹی کے رستے باہر ٹپکتا رہتا ہے۔

بستنی آمیزہ اُستوانہ نما برتن کے درمیانی حصہ کے پانی کو فوراً ٹھنڈا کر دیگا۔ اب دونوں تپش پیماؤں کو دیکھو۔ نیچے والے تپش پیما کی تپش گھٹ رہی ہے اور اُوپر والے کی تپش میں کوئی تبدیلی پیدا نہیں ہوئی۔ اِس واقعہ کی توجیہ صرف اِس طرح ہو سکتی ہے کہ اُستوانہ نما برتن میں کمر کے قریب جو پانی ہے جب وہ ٹھنڈا ہوتا ہے تو اُس کی کثافت بڑھ جاتی ہے جس کا نتیجہ یہ ہے کہ وہ پیندے کی طرف رجوع کرتا ہے اور اِس طرح

نیچے والے تپش پیما کی تپش میں تنزل شروع ہو جاتا ہے۔ لیکن اِس کی تپش ۴° م سے کم نہیں ہوتی۔ اُستوانہ نما برتن کے پیندے کے قریب کا پانی جب ۴° م پر پہنچ جاتا ہے تو اُوپر والا تپش پیما جو اِس وقت تک ایک حال پر قائم تھا اب اُس کی تپش گھٹنے لگتی ہے۔ اور جب تک ۰° م پر نہ پہنچ جائے یہ کمی برابر جاری رہتی ہے۔ اِس اثناء میں پیندے کا پانی بالاستقلال ۴° م پر قائم ہے۔ اِس میں شک نہیں کہ پانی کے جس حصہ کی کثافت زیادہ ہوگی وہ ضرور پیندے کی طرف رجوع کریگا۔ لیکن ہمارے تجربہ نے دکھا دیا ہے کہ پیندے کا پانی ۴° م پر رہتا ہے۔ اِس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ تپش کے باقی درجوں کی بہ نسبت ۴° م پر پانی کی کثافت زیادہ ہے۔ اِس مسئلہ کو مختصر طور پر ذیل کے لفظوں میں یاد رکھو:۔

۴° م کی تپش کے پانی کو ٹھنڈا کرو یا گرم، دونوں حالتوں میں حرارت کے اثر سے پھیلنے لگتا ہے۔

اِس تپش پر پانی کی کثافت اپنی قیمتِ اعظم پر پہنچ جاتی ہے۔ اِسی بناء پر کثافتِ اِضافی کی تخمین میں ۴° م تپش کا پانی استعمال کیا جاتا ہے تاکہ کثافتوں کے مقابلہ کے لئے ایک صحیح معیار قائم ہو جائے۔

پانی کی یہ خاصیت بڑے کام کی چیز ہے۔ اُن حیوانات کی زندگی پر غور کرو جو پانی ہی کے کیڑے ہیں۔ اُسی کے اندر پیدا ہوتے ہیں۔ اُسی کی گود میں پلتے ہیں اور وُہیں اپنی زندگی کے دن پُورے کر دیتے ہیں۔ پانی کے وجود میں یہ خاصیت

نہ ہوتی تو اُن کی زندگی اُن کے لئے وبالِ جان ہو جاتی۔ اور سرد مُلکوں میں جہاں اِس کڑاکے کے جاڑے پڑتے ہیں ذرا سی دیر میں سب کے سب مر کر رہ جاتے۔ پانی کی یہی خاصیت ہے جو جاڑے کی مصیبت میں آڑے آتی ہے اور اُن کی زندگی فنا نہیں ہونے پاتی۔ جھیلوں، تالابوں اور سمندروں کا پانی سردی کے موسم میں ٹھنڈا ہوتا ہے تو اُس کی کثافت بڑھتی جاتی ہے۔ تبرید کا عمل سطح سے شروع ہوتا ہے۔ سطح کا سرد پانی اپنے بھاری پن کی وجہ سے نیچے بیٹھ جاتا ہے اور نیچے کا گرم پانی اُس کی جگہ اُوپر آ جاتا ہے۔ جب تک پانی کی تپش ۴° م پر نہ پہنچ جائے یہ عمل برابر جاری رہتا ہے۔ پھر اِس کے بعد سطح کا پانی اگر اَور زیادہ ٹھنڈا ہو جائے تو سُکڑنے کی بجائے پھیلنے لگتا ہے اور کثافت اُس کی نیچے کے پانی کی کثافت سے کم ہو جاتی ہے۔ اِس لئے مزید انقلاب کی گنجائش نہیں رہتی۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ سطح کا پانی تو جم کر یخ بن جاتا ہے اور نیچے کے پانی کی تپش ۴° م سے کم نہیں ہونے پاتی۔ اِس طرح پانی میں بسنے والی مخلوقات کو زندہ رہنے کا موقع مِل جاتا ہے۔ پانی میں یہ خاصیت نہ ہوتی تو یہ ساری مخلوقات یخ کے تُودوں میں گھُٹ کر مر جاتی۔

پانی کے اِس خلافِ قیاس دستور کو دیکھ کر تم سمجھ سکتے ہو کہ کسی مایع کو بے دیکھے بھالے تپش پیما میں

استعمال کرلینا کس قدر خطرناک ہے۔ تپش پیما کی مدد سے ہم تپش کا اندازہ اِس طرح کرتے ہیں کہ تپش پیما کے اندر جو مایع بھرا ہے اُس کے پھیلاؤ کو دیکھتے ہیں۔ مایع پھیل رہا ہو تو ہم کہتے ہیں کہ تپش بڑھ رہی ہے۔ اور اُس کے سکڑاؤ کو دیکھتے ہیں تو اِس سے یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ تپش میں تنزل ہو رہا ہے۔ اب غور کرو۔ اگر مایع کی خصوصیات نگاہ میں نہ ہوں تو اِس سے کیسے کیسے غلط نتیجے قائم ہو جائینگے۔ مثلاً تپش پیما کے لئے اگر پارے کی بجائے پانی انتخاب کرلیا جائے تو وہ ۴° م سے اُوپر اور نیچے دونوں طرف کی تپش پر پھیلنے لگتا ہے۔ پھر بتاؤ اِس کا پھیلاؤ کس بات پر دلالت کریگا۔ کیا ممکن نہیں کہ تپش پیما کا پانی تو تپش کے ۴° م سے گھٹ جانے کے باعث پھیل رہا ہو اور ہم یہ سمجھ لیں کہ تپش میں ترقی ہو رہی ہے۔

چند چیزوں کے طولی پھیلاؤ کی شرحیں بحساب اوسط ۰° م اور ۱۰۰° م کے درمیان:۔

پیتل	۰٫۰۰۰۰۱۸۸
تانبا	۰٫۰۰۰۰۱۷۲
جست	۰٫۰۰۰۰۲۹۴
چاندی	۰٫۰۰۰۰۱۹۱
ریت کا پتھر	۰٫۰۰۰۰۱۱۷
سنگ مرمر	۰٫۰۰۰۰۰۸۵

سونا	۰٫۰۰۰۰۱۴۷
سیسا	۰٫۰۰۰۰۲۸۶
شیشہ سفید	۰٫۰۰۰۰۰۸۶
فولاد آبدار	۰٫۰۰۰۰۱۲۴
فولاد بے آب	۰٫۰۰۰۰۱۰۸
قلعی	۰٫۰۰۰۰۲۱۷
گندک	۰٫۰۰۰۰۶۴۱
لوہا	۰٫۰۰۰۰۱۱۳
نُقریہ	۰٫۰۰۰۰۰۸۸
نِکلیہ	۰٫۰۰۰۰۰۱۶
ہیرا	۰٫۰۰۰۰۰۱۲

چند مایعات کے اصلی پھیلاؤ کی شرحیں :—

پارا	۰٫۰۰۰۱۸
پانی	۰٫۰۰۰۴۳
زیتون کا تیل	۰٫۰۰۰۷۴
شورہ کا تیزاب	۰٫۰۰۱۱۰
عِفنین	۰٫۰۰۱۰۴
غُول	۰٫۰۰۱۰۴
گِلسرین	۰٫۰۰۰۵۳
گندک کا تیزاب	۰٫۰۰۰۶۳

تیسری فصل کی مشقیں

۱۔ ایک برتن میں پانی رکھا ہے جس کی تپش نقطۂ انجماد پر ہے۔ پانی میں شیشہ کے دو چھوٹے چھوٹے جوفے ہیں جن میں سے ایک پانی کی تہ پر ہے اور دُوسرا تیر رہا ہے لیکن تقریباً سب کا سب سطح سے نیچے ہے۔ اگر پانی کو بالتدریج گرم کیا جائے تو تہ پر کا جوفہ فوراً اُوپر چلا آتا ہے لیکن ذرا سی دیر کے بعد پھر ڈوب جاتا ہے اور اِس کے بعد برابر ڈوبا رہتا ہے۔ بتاؤ اِس انداز کے کیا معنی ہیں؟ پانی کو گرم کرنے کے دَوران میں دُوسرے جوفہ کا کیا حال ہوگا؟

۲۔ بوتل کے مُنہ میں شیشہ کی ڈاٹ لگی ہو اور بوتل کی گردن گرم کردی جائے تو ڈاٹ عموماً ڈھیلی ہو جاتی ہے۔ اِس کی کیا وجہ ہے؟

۳۔ ۰° م کی تپش پر ایک تانبے کی سلاخ کا طول ۲ میٹر ہے۔ اِس سلاخ کو ۲۰۰° م تک گرم کر دیا جائے تو اِس کا طول کیا ہو جائیگا؟ تپش کے کون سے درجہ پر اِس کا طول ۲۰۰٫۱۵ سمر ہوگا؟

۴۔ گرمی کے موسم میں تپشِ اعظم ۴۰° م ہو اور سردی کے موسم میں تپشِ اقل (-۲۰)° م تو لوہے کے پُل میں لگے ہوئے ۱۰۰ فٹ لمبے شہتیر کے پھیلنے کے لئے کتنی گنجائش رکھنا چاہیئے؟

۵۔ ۰° م کی تپش پر پیتل کی ایک چادر کا طول ۲۰ سمر اور عرض ۱۵ سمر ہے۔ ۸۰° م کی تپش پر اُس کی سطح کا رقبہ کیا ہو جائیگا؟

۶۔ ۰° م کی تپش پر کسی مایع کی کثافت ث۰ ہے اور اُس کے پھیلاؤ کی شرح ش۔ ثابت کرو کہ ت° م پر اُس کی کثافت ثت

حسبِ ذیل ہوگی :-

$$ث_ت = \frac{ث_۰}{۱ + ش ت}$$

۰°م کی تپش پر پارے کی کثافت ۱۳٫۵۹۶ گرام فی مکعب سمر ہو تو بتاؤ ۲۵°م پر اِس کی کثافت کیا ہوگی؟

اِن دو تپشوں کے درمیان پارے کے پھیلاؤ کی شرح = ۰٫۰۰۰۱۸ مکعب سم

۷- ۱۰°م کی تپش پر ایک گرام پانی کا حجم ۱٫۰۰۰۲۶۹ مکعب سمر ہے اور ۲۵°م کی تپش پر ۱٫۰۰۲۹۴۵ مکعب سمر تو اِن دو تپشوں کے درمیان بحسابِ اوسط پانی کے پھیلاؤ کی شرح کیا ہوگی؟

۸- ۱۰°م کی تپش پر ایک درجہ دار صُراحی کی گنجائش ۱۰۰ مکعب سمر ہے۔ اگر ۴°م اور ۲۵°م کے درمیان پانی کے پھیلاؤ کی شرح بحسابِ اوسط ۰٫۰۰۰۱۴ ہو تو ۲۵°م کی تپش پر اِس صُراحی میں کتنے وزن کا پانی آجائیگا؟

۹- کثافتِ اضافی کی ایک خالی بوتل کا وزن ۳۸٫۵ گرام ہے۔ اِس میں ۲۵°م کی تپش کا پارا بھر دیا تو اِس کا وزن ۳۶۰٫۲۵ گرام ہوگیا۔ پھر اِس کو ۱۰۰°م کی تپش تک گرم کرنے کے بعد ٹھنڈا کرکے تولا تو اِس کا وزن ۳۵۶٫۷۶ گرام تھا۔ بتاؤ اِن تپشوں کے درمیان پارے کے ظاہر پھیلاؤ کی شرح کیا ہے؟

۱۰- ایک مٹی تپش پیما کے جوف کی گنجائش ۰°م کی تپش پر ۱ مکعب سمر ہے اور اُس کی نلی کے سوراخ کی تراشِ عمودی کا رقبہ ۰٫۱ مربع سمر۔ اِس تپش پیما کا ادنیٰ نقطۂ ثابت اگر جوف کی چوٹی سے ۱ سمر اُوپر

ہو اور شیشہ میں پارے کے مکعب پھیلاؤ کی شرح ۰۰۰۱۵ء ہو تو بتاؤ تپش پیما کے ۲۰°م اور ۰°م کے نشانوں کے درمیان کتنا فاصلہ ہے۔

۱۱- شیشہ کی ایک ۹۰ گرام وزن کی سلاخ کو کسی ۲°م کی تپش کے مایع میں تولا تو اُس کا وزن ۴۹ر۶ گرام نکلا۔ اور اُسی مایع میں ۹۷°م کی تپش پر تولا تو اُس کا وزن ۵۱ر۹ گرام رہ گیا۔ شیشہ کے مکعب پھیلاؤ کی شرح اگر ۰۰۰۰۲۴ء ہو تو بتاؤ مایعِ مذکور کے پھیلاؤ کی شرح کیا ہے۔

۱۲-۱۰°م کی تپش پر سیسے کے ایک برتن کی گنجائش ۲۰ مکعب سم ہے۔ یہ برتن ایک شعری نلی میں ختم ہوتا ہے جس کا قطر ا ہم ہے۔ اِس برتن میں اِتنا پانی بھرا ہے کہ پانی کی سطح نلی میں نظر آتی ہے اور نلی کی چوٹی سے نیچے ہے۔ اگر برتن کو ۱۰°م سے ۴°م تک ٹھنڈا کر دیا جائے تو بتاؤ پانی نلی میں اُوپر چڑھیگا یا نیچے اُتر آئیگا۔ حساب لگا کر دیکھو پانی کی حرکت کتنی دور تک ہوگی۔

۴°م اور ۱۰°م کی تپشوں کے درمیان پانی کے پھیلاؤ کی شرح بحسابِ اوسط = ۰۰۰۰۴۵ء

چوتھی فصل

گیسوں کا پھیلاؤ

گیسوں کے پھیلاؤ کی شرح ـــــ پھیلاؤ کی شرح کی تعریف میں جو کچھ بیان ہو چکا ہے اُس کو پھر یاد کرو۔ اِس میں ہم نے یہ شرط لگائی تھی کہ تپش میں ایک درجہ کا اضافہ ٠°م سے ١°م تک محسوب ہونا چاہیئے۔ لیکن بعد میں یہ شرط اُٹھا دی گئی تھی۔ اُس وقت ٹھوس اور مایع چیزوں کا پھیلاؤ ہماری نگاہ کے سامنے تھا اور اِن چیزوں کے پھیلاؤ کی شرحیں نہایت خفیف ہیں اِس لئے تپش کے مختلف درجوں پر اِن کی قیمت میں جو اختلاف پایا جاتا ہے وہ کچھ قابلِ لحاظ نہیں۔ بناء بریں، اگر ٹھوس یا مایع کا ذکر ہو تو ١°م تپش کا اضافہ پیمانہ کے جس مقام پر چاہو لے لو۔ شرح کی قیمت میں کوئی قابلِ لحاظ فرق نہ پاؤ گے۔ لیکن گیسوں کا حال جداگانہ ہے۔ اِن کے پھیلاؤ کی شرح اتنی بڑی ہے کہ اِس کی تعریف کے لئے کسی خاص درجۂ تپش کی تعیین ضروری ہے۔ اہلِ رائے نے اِس بات پر اتفاق کر لیا ہے کہ گیسوں کے باب میں شرح کے

اندازہ کے لئے ۰°م کی تپش مخصوص ہے۔ اِس لئے تپش کا اضافہ ۰°م سے ۱°م تک محسوب ہونا چاہیئے۔ ہاں اگر یہ ثابت ہو جائے کہ گیسوں کے پھیلاؤ کی شرح تپش کے ہر درجہ پر یکساں رہتی ہے تو پھر ۰°م کی تخصیص بے سُود ہے۔

مادّی جسموں کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو وہ پھیلنے لگتے ہیں۔ لیکن گیسوں کے متعلق تم پڑھ چکے ہو کہ اِن کے وجود میں یہی کیفیت دباؤ کی کمی بیشی سے بھی پیدا ہو سکتی ہے۔ چنانچہ کُلیۂ بائل کا دعویٰ ہے کہ ہر گیس کے حجم اور اُس کے دباؤ میں تناسبِ معکوس رہتا ہے۔ اِس لئے ضروری ہے کہ حرارت کے اثر سے گیسوں کے وجود میں جو پھیلاؤ پیدا ہوتا ہے اُس سے بحث کرتے وقت دباؤ کے اثر کا بھی لحاظ رکھا جائے۔ ورنہ دونوں اثروں کے اجتماع سے خلطِ بحث ہو جائیگا اور کوئی پتہ کی بات معلوم نہ ہو سکیگی۔

یہ ظاہر ہے کہ کسی جسم پر دباؤ پڑ رہا ہو تو دباؤ اُس کے پھیلاؤ کو روکیگا۔ اور اگر دباؤ کم کر دیا جائے تو جسم کے پھیلنے میں آسانی ہو جائیگی۔ ٹھوس چیزوں میں عموماً اور مائع چیزوں میں خصوصاً دبنے کی قابلیت نہایت کم ہے۔ پھر گیسوں کے مقابلہ میں اِن کا پھیلاؤ بھی بہت خفیف ہے۔ اِس لئے ٹھوس اور مائع کی بحث میں اگر دباؤ نظر انداز کر دیا جائے تو کچھ ہرج نہیں۔ لیکن گیسوں کے باب میں اِس کا لحاظ نہایت ضروری ہے۔

کسی گیس کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو جیسا کہ ہم پہلے

بیان کر چکے ہیں اُس کے سالمات کی حرکت تیز ہو جاتی ہے اور حرکت کی اِس تیزی کی وجہ سے برتن کی دیواروں پر گیس کا دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ اب اگر برتن میں پھیل جانے کی قابلیت ہے تو اِس دباؤ سے اُس کی گنجائش بڑھ جائیگی۔ اور گیس پھیل کر زیادہ جگہ گھیرنے لگیگی۔ لیکن اگر برتن میں دباؤ کے اثر سے پھیل جانے کی قابلیت نہ ہو اور گیس کو کسی طرف پھیلنے کا موقع نہ ملے تو ظاہر ہے کہ اُس کا دباؤ زیادہ ہوتا جائیگا اور چونکہ برتن کی دیواریں اِس بڑھتے ہوئے دباؤ کا 'بغیر دبنے کے' مقابلہ کر رہی ہیں اور عمل اور ردِّ عمل کے لئے مساوات لازم ہے اِس لئے جُوں جُوں گیس کا ذاتی دباؤ بڑھیگا برتن کی دیواروں سے گیس کے وجود پر جو دباؤ پڑ رہا ہے وہ بھی زیادہ ہوتا جائیگا۔ اور ہم کہینگے کہ گیس اب زیادہ دباؤ کی تحت میں ہے۔

اِن وجوہات کی بناء پر ضروری ہے کہ گیسوں کی بحث میں حجم اور دباؤ دونوں کا لحاظ رکھا جائے۔ اِس کا قاعدہ یہ ہے کہ دباؤ کو مستقل رکھتے ہیں۔ اور دیکھتے ہیں کہ تپش کے بڑھ جانے سے حجم میں کس قدر اضافہ ہؤا ہے۔ یا حجم کو مستقل رکھ کر یہ دیکھتے ہیں کہ تپش کے بڑھنے سے دباؤ کس قدر بڑھ گیا ہے۔ دباؤ اور حجم کے بڑھنے کا اپنا اپنا انداز ہے۔ پس ضروری ہے کہ اِن دونوں سے الگ الگ بحث کی جائے۔ اور یہ دیکھا جائے کہ گیسوں کے 'پھیلاؤ' اور اُن کے دباؤ کے 'اضافہ' کی شرحیں کیونکر معلوم ہو سکتی ہیں۔

گیسوں کا پھیلاؤ مستقل دباؤ کی تحت میں

ٹھوس اور مایع چیزوں کے بیان میں تم دیکھ چکے ہو کہ ہر ٹھوس اور ہر مایع کے پھیلاؤ کا اپنا اپنا انداز ہے۔ اِن کے پھیلاؤ کی شرحوں کا باہم مقابلہ کیا جائے تو اُن کے وجود میں کوئی ایسی مشترک خصوصیت نظر نہیں آتی کہ اُس کو نگاہ میں رکھ کر کوئی خاص کُلیہ قائم کر لیا جائے۔ گیسوں کا یہ حال نہیں۔ اِن کا پھیلاؤ عموماً ایک ہی انداز کا تابع رہتا ہے۔ چنانچہ مختلف گیسوں کے مساوی حجموں کو اگر مساوی دباؤ کی تحت میں رکھا جائے اور اِس بات کا انتظام کر دیا جائے کہ دباؤ مستقل رہے تو اِن کے پھیلاؤ کا یہ عالم ہے کہ پھیلاؤ کی شرحیں ایک دوسرے کی مساوی رہتی ہیں۔ علاوہ بریں تجربہ سے یہ بھی ثابت ہے کہ اگر ۰° م پر کسی گیس کا حجم معلوم کر لیا جائے تو ہر ۱° تپش کی ترقی سے اِس حجم میں جو اضافہ ہوتا ہے وہ ۰° م کی تپش پر کے حجم کی ایک خاص کسر ہے جو ہمیشہ مستقل رہتی ہے۔ ۱° تپش کو پیمانہ کے جس مقام پر چاہو لے لو۔ کسرِ مذکور کی قیمت میں کچھ فرق نہیں آتا۔ مثلاً دباؤ مستقل ہو تو کسی گیس کے معلوم حجم میں اُس کی تپش کے "۰° م سے ۱° م تک" بڑھ جانے سے جس قدر اضافہ ہوگا اُتنا ہی اضافہ تپش کے "۱۵° م سے ۱۶° م تک" یا ۸۰° م سے ۸۱° م تک" یا ۱۴۵° م سے ۱۴۶° م تک" بڑھ جانے سے ہوگا۔ اِن واقعات کی بناء پر چارلس نامی ایک سائنس دان نے ایک کُلیہ قائم کیا ہے جو اُسی کے نام پر

کلیۂ چارلس کہلاتا ہے۔ اِس کُلیہ کو ذیل کے لفظوں میں یاد رکھو:-

کُلیۂ چارلس ــــــ **تمام گیسوں کے مساوی حجم، مساوی اور مستقل دباؤ کی تحت میں پھیلتے ہیں تو اُن سب کا پھیلاؤ ہر درجۂ تپش پر باہم مساوی رہتا ہے۔ اور یہ پھیلاؤ ۰° م پر کے حجم کی ایک مستقل کسر ہے۔**

تحقیقات میں اگر نزاکت کا خیال رکھا جائے تو بعض گیسین ایسی بھی ہیں جن پر یہ کُلیہ کامل طور پر صادق نہیں آتا۔ تاہم معمولی ہوا، حمضین، مائین، شورین، وغیرہ کے واردات اِس کی صداقت کے موید ہیں۔ جن گیسوں پر یہ کلیہ صادق نہیں آتا اُن کی تپش بہت بلند کردی جائے تو وہ بھی اس کُلیہ کی تحت میں آجاتی ہیں۔ لیکن جن گیسوں کے نام ہم نے اُوپر لکھ دئے ہیں اُن کے باب میں اِس کُلیہ کا اطلاق سب سے زیادہ نمایاں ہے۔ اِس بناء پر اِن گیسوں کو **مستقل گیسیں** کہتے ہیں۔ اِن کے پھیلاؤ کا یہ عالم ہے کہ تپش میں ۱° م کے اضافہ سے اِن کا حجم ۰° م پر کے حجم کا $\frac{۱}{۲۷۳}$ یا ۰۰۳۶۶ء۰ بڑھ جاتا ہے۔ اور ہم کہہ سکتے ہیں کہ یہ کسر، **مستقل دباؤ کی تحت میں گیسوں کے پھیلاؤ کی شرح** ہے۔

اب تم سمجھ سکتے ہو کہ ۰° م پر کسی گیس کا حجم ۱ مکعب سمر ہو تو ۱° م پر پہنچ کر اُس کا حجم ۱ + $\frac{۱}{۲۷۳}$ ہو جائیگا۔ اِسی طرح ۰° م پر گیس کا حجم ۲۷۳ مکعب سمر ہو تو ۱° م پر اُس کا حجم

۲۷۳ + $\frac{۲۷۳}{۲۷۳}$ یعنی ۲۷۴ مکعب سمؔ ۲° مر پر ۲۷۵ مکعب سمر اور ت° مر پر (۲۷۳ + ت) مکعب سمر ہو جائیگا۔ اِسی خیال کو سہولت کے لئے ذیل میں ہم ایک جدول کی شکل میں ظاہر کردیتے ہیں۔ فرض کرو کہ ۰° مر پر گیس کا حجم ح مکعب سمر ہے۔ تو اِس سے بلند درجوں کی تپش پر اُس کا حجم حسبِ ذیل ہوگا:۔

۰° مر	۱° مر	۲° مر	۴۵° مر	ت° مر
ح	ح + $\frac{ح}{۲۷۳}$	ح + $\frac{ح_{۲}}{۲۷۳}$	ح + $\frac{ح_{۴۵}}{۲۷۳}$	ح + $\frac{ح_{ت}}{۲۷۳}$

اب آؤ اِس مسئلہ کو ذرا زیادہ عمومیت کی نگاہ سے دیکھیں۔ فرض کرو کہ ۰° مر پر گیس کا حجم ج ہے اور ت° مر پر $ح_{ت}$ اِس کے پھیلاؤ کی شرح کو ر مان لو۔ تو ظاہر ہے کہ

$$ح_{ت} = ج\ (۱ + ر\,ت) \quad \ldots\ (۱)$$

یہ مساوات ذیل کی شکل میں بھی لکھی جاسکتی ہے۔ اور اِس شکل کی مدد سے ہم معلوم کرسکتے ہیں کہ ۰° مر پر حجم کتنا ہوگا:۔

$$ج = \frac{ح_{ت}}{۱ + ر\,ت} \quad \ldots\ldots\ldots\ (۲)$$

اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ $\frac{۱}{۲۷۳}$ کی کسر گیس کے ۰° مر پر کے حجم سے متعلق ہے۔ اِس لئے اگر کسی بلندتر تپش مثلاً ۶۰° مر

پر کسی گیس کا حجم معلوم ہو تو یہ سمجھ لینا صحیح نہیں کہ ۶۱° م پر گیس مذکور کا حجم، حجم مذکور کا $\frac{\text{۱}}{\text{۲۷۳}}$ بڑھ جائیگا۔

۰° م سے کسی جداگانہ تپش پر کسی گیس کا حجم معلوم ہو اور تم یہ معلوم کرنا چاہو کہ کسی اَور تپش پر اِس کا حجم کتنا ہو جائیگا تو سب سے پہلے یہ دیکھنا ہوگا کہ ۰° م پر اُس کا حجم کِتنا ہے۔ پھر اِس سے تم حجم مطلوب معلوم کرسکتے ہو۔ یا اِس مطلب کے لئے ذیل کے قاعدہ پر عمل کرنا چاہیئے :—

فرض کرو کہ ت° م پر گیس کا حجم $\text{ح}_{\text{ت}}$ ہے اور ت′° م پر $\text{ح}_{\text{ت}'}$ اِس صورت میں اگر ۰° م پر حجم $\text{ح}_{\text{۰}}$ ہو تو

$$\text{ح}_{\text{ت}} = \text{ح}_{\text{۰}} \left(\text{۱} + \text{ر ت}\right)$$

اور

$$\text{ح}_{\text{ت}'} = \text{ح}_{\text{۰}} \left(\text{۱} + \text{ر ت}'\right)$$

لہذا

$$\frac{\text{ح}_{\text{ت}'}}{\text{ح}_{\text{ت}}} = \frac{\text{۱} + \text{ر ت}'}{\text{۱} + \text{ر ت}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۳})$$

$$= \frac{\text{۱} + \frac{\text{ت}'}{\text{۲۷۳}}}{\text{۱} + \frac{\text{ت}}{\text{۲۷۳}}} \quad \text{کیونکہ ر} = \frac{\text{۱}}{\text{۲۷۳}}$$

$$= \frac{\text{۲۷۳} + \text{ت}'}{\text{۲۷۳} + \text{ت}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (\text{۴})$$

بناء بریں

$$\text{ح}_{\text{ت}'} = \text{ح}_{\text{ت}} \times \frac{\text{۲۷۳} + \text{ت}'}{\text{۲۷۳} + \text{ت}}$$

گیس کے پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کا قاعدہ۔

کسی گیس کے پھیلاؤ کی شرح معلوم کرنے کے لئے تجربہ کرنا ہو تو

اِس بات کے دریافت کرنے میں کہ °م پر گیس مذکور کا حجم کیا ہے دقّت پیش آتی ہے۔ اِس لئے °م پر کا حجم تجربۃً معلوم کرنے کی بجائے حساب سے دریافت کرنا پڑتا ہے۔ اِس مطلب کے لئے ایک اَور قاعدہ بھی استعمال کیا جا سکتا ہے۔ یعنی تجربہ سے یہ معلوم کر لو کہ تپش کے دو مختلف درجوں کے درمیان گیس کے ظاہر پھیلاؤ کی شرح کیا ہے۔ پھر اِس بات کو ہم استدلال سے ثابت کرسکتے ہیں کہ تجربہ میں تپش کا ادنیٰ درجہ اگر ت° م ہو تو

$$\text{گیس کے ظاہر پھیلاؤ کی شرح} = \frac{1}{273 + \text{ت}}$$

فرض کرو کہ ظاہر پھیلاؤ کی شرح ت° م اور ت° م کے درمیان ش ہے۔ ت° م پر گیس کا حجم جو تمہارے مشاہدہ میں آیا وہ $\text{ح}_{\text{ت}}$ ہے اور ت° م پر $\text{ح}_{\text{ت}}$۔ تو ظاہر ہے کہ

$$\text{ح}_{\text{ت}} = \text{ح}_{\text{ت}} \left\{ 1 + \text{ش}(\text{ت} - \text{ت}) \right\} \qquad (5)$$

لیکن نتیجہ (۳) کے رُو سے $\dfrac{\text{ح}_{\text{ت}}}{\text{ح}_{\text{ت}}} = \dfrac{273 + \text{ت}}{273 + \text{ت}}$

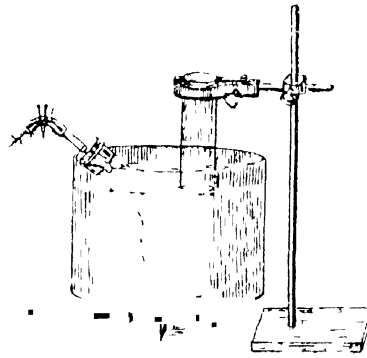
اور نتیجہ (۵) سے $\dfrac{\text{ح}_{\text{ت}}}{\text{ح}_{\text{ت}}} = 1 + \text{ش}(\text{ت} - \text{ت})$

لہذا $1 + \text{ش}(\text{ت} - \text{ت}) = \dfrac{273 + \text{ت}}{273 + \text{ت}}$

یا $\text{ش}(\text{ت} - \text{ت}) = \dfrac{273 + \text{ت}}{273 + \text{ت}} - 1$

یا $ش\,(ت - ت) = \frac{ت - ت}{۲۷۳ + ت}$

یا $ش = \frac{۱}{۲۷۳ + ت}$

تجربہ ۱۹ —— گیسوں کا پھیلاؤ مستقل دباؤ کی تحت میں —— ایک شیشہ کی صُراحی لو جس کی گنجائش تقریباً ۴۰۰ مکعب سمر ہو۔ اِس صُراحی کو اچھی طرح خشک کرلو اور اِس کے مُنہ میں ربڑ کی ڈاٹ لگاؤ جس میں ایک سُوراخ ہو۔ اِس سُوراخ کے اندر ایک چھوٹی سی شیشہ کی نلی داخل کرو۔ اور نلی کے بیرونی سرے پر ربڑ کی نلی چڑھاؤ ۔ ربڑ کی نلی پر ایک چٹکی لگا دو تاکہ ضرورت کے وقت اِس کو بند کرسکیں۔ اِس کے بعد جیساکہ شکل ۲۰ میں دکھایا گیا ہے

شکل ۲۰

صُراحی کو کُھلے مُنہ کے دھاتی برتن میں رکھ دو۔ یہ برتن اِتنا بڑا ہونا چاہئے کہ صُراحی اِس کے اندر کھولتے ہوئے پانی میں ڈوب جائے۔ صُراحی

کو پانی کے اندر ڈبو رکھنے کے لئے شیشہ کی اُستوانی سے دبا دو۔ بھاپ
کو صُراحی میں داخل ہونے سے روکنے کے لئے ربڑ کی نلی کے کھلے مُنہ
میں ایک لمبی شیشہ کی نلی لگا دینا چاہیئے۔

اب چُٹکی کو کھُلا رہنے دو اور پانی کو بالتدریج گرم کر کے نقطۂ
جوش پر پہنچا دو۔ اور تقریباً پانچ دقیقہ تک اُس کو جوش کھانے دو۔ اِس
کے بعد چُٹکی کو بند کر دو اور تپش پیما سے پانی کی تپش دیکھ لو۔ پھر صُراحی
کو یہاں سے نکال کر ٹھنڈے پانی میں اِس طرح ڈبو دو کہ اِس کی گردن
نیچے کی طرف رہے۔ اب چُٹکی کو کھول دو۔ اور صُراحی کو پانی کے اندر ہلاتے
رہو تاکہ باقی ماندہ ہوا کی تپش پانی کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آجائے۔
اِس وقت کچھ پانی صُراحی کے اندر داخل ہو جائیگا۔ صُراحی کو اِس قدر نیچے دبا دو
کہ اُس کے اندر اور باہر پانی کی سطح برابر ہو جائے۔ اِس کے بعد چُٹکی
کو بند کر دو اور ٹھنڈے پانی کی تپش معلوم کر لو۔ پھر صُراحی کو باہر نکالو
اور ناپ کر دیکھو کہ صُراحی کے اندر جو پانی داخل ہوگیا تھا اُس کا حجم کیا
ہے۔ اور یہ بھی دیکھ لو کہ ڈاٹ کی نیچے والی سطح تک صُراحی کی گنجائش
کس قدر ہے۔

حساب کا طریق حسبِ ذیل ہے۔ اِس میں جو اعداد درج ہیں وہ
ایک تجربۂ واقعی کے مشاہدے ہیں :-

صُراحی کی گنجائش	=	۳۴۰ مکعب سمر
اُس پانی کا حجم جو صُراحی میں داخل ہوگیا	=	۷۷ مکعب سمر
کھولتے ہوئے پانی کی تپش	=	°۹۸ م
ٹھنڈے پانی کی تپش	=	°۱۵ م

۳۴۰ کمعب سم ہوا کی تپش میں ۸۳° م یعنی ۹۸° م سے ۱۵° م تک تنزل ہؤا تو ٹھنڈا ہو جانے سے اُس کا حجم ۷۷ کمعب سم گھٹ گیا۔

لہٰذا ۳۴۰ کمعب سم ہوا کا سُکڑاؤ ۱° م کے لئے $= \frac{۷۷}{۸۳}$ کمعب سم

" " " " ۹۸° م کے لئے $= \frac{۷۷}{۸۳} \times ۹۸$ کمعب سم

$=$ ۹۰٫۹ کمعب سم

بناء بریں ۰° م پر جس ہوا کا حجم (۳۴۰ - ۹۰٫۹) کمعب سم تھا ۹۸° م پر پہنچ کر اُس کے حجم میں ۹۰٫۹ کمعب سم کا اضافہ ہوگیا۔

لہٰذا ۰° م تپش کی ۱ کمعب سم ہوا کا حجم ۹۸° م گرم ہوکر $\frac{۹۰٫۹}{۲۴۹٫۱}$ کمعب سم بڑھ گیا۔

یا " " " " " ۱° م گرم ہوکر $\frac{۹۰٫۹}{۹۸ \times ۲۴۹٫۱}$ کمعب سم بڑھ گیا۔

یا " " " " " " " ۰٫۰۰۳۷۲ " "

دُوسرا قاعدہ ——— ۱۵° م اور ۹۸° م کے درمیان ہوا کے ظاہر پھیلاؤ کی شرح معلوم کر لی جائے تو اِس سے بھی وُہی مطلب حاصل ہو سکتا ہے۔ چنانچہ اِس کا نتیجہ تقریباً $\frac{۱}{۲۷۳ + ۱۵} = \frac{۱}{۲۸۸}$ ہونا چاہیئے۔ جیسا کہ ہم پہلے بیان کر چکے ہیں یہ شرح اگر ش ہو تو گزشتہ تقریر کی مساوات (۵) کے رُو سے

$$ح_{۹۸} = ح_{۱۵}\{۱ + ش\,(۹۸^\circ - ۱۵^\circ)\}$$

یا

$$ح_{۹۸} - ح_{۱۵} = ح_{۱۵}\,ش\,(۹۸^\circ - ۱۵^\circ)$$

یا

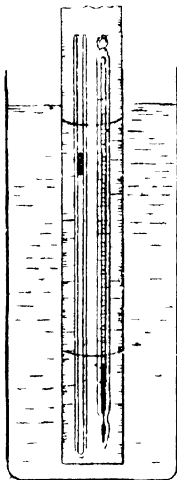
$$ش = \frac{ح_{۹۸} - ح_{۱۵}}{(۹۸ - ۱۵)\,ح_{۱۵}}$$

$$= \frac{۷۷}{(۹۸ - ۱۵)(۳۴۰ - ۷۷)}$$

$$= \frac{۷۷}{۸۳ \times ۲۶۳}$$

$$= \frac{۱}{۲۸۳٫۵}$$

تجربہ ۲۰ — مستقل دباؤ کی تحت میں گیس کا پھیلاؤ معلوم کرنے کا دُوسرا قاعدہ

— شکل ۲۱ پر غور کرو۔ اِس سے گیس کے دباؤ کو مستقل رکھ کر اُس کے پھیلاؤ کی شرح معلوم ہوسکتی ہے۔ تپش پیما بنانے کی نلی کا ایک ٹکڑا لو جس کا طول ۲۰ سمر کے قریب اور سُوراخ کا قُطر ۱ ممر کے قریب ہو۔ اِس نلی میں ہوا کو چُوس کر اِتنا پارا چڑھا لو کہ اُس کا طول ایک سمر کے قریب ہو جائے۔ یہ پارا نمائندہ کا کام دیگا اور اپنے دونوں پہلوؤں کی ہوا کے درمیان روک بن جائیگا۔ اِس نلی کا ایک سرا شعلہ میں رکھ کر بند کردو اور اِس بات کا لحاظ رکھو کہ جب یہ سرا بند ہو جائے اور نلی ٹھنڈی ہو تو پارے کا نمائندہ اِس نلی کے وسط میں رہے۔ نلی کا بند سرا نیچے کی طرف رکھ کر اُس کو تپش پیما کے ساتھ باندھ دو۔ نلی کا سُوراخ چونکہ بہت باریک ہے اِس لئے پارا نیچے نہیں گر سکتا۔ اب تمہارے پاس نلی کے بند سرے اور نمائندہ کے درمیان ہوا کی ایک معیّن مقدار ہے۔ اِس کی

شکل ۲۱

تپش بدل بدل کر تم دیکھ سکتے ہو کہ حجم میں کیا کیا تغیر ہوتے ہیں۔

نلی اور تپش پیما کے اِس مجموعہ کو پگھلتے ہوئے یخ میں رکھ دو اور دیکھو اِس تپش پر ہوا کا اُستوانہ نلی کے اندر کس بلندی تک پہنچتا ہے۔ اِس بلندی کو یاد رکھنے کے لئے تپش پیما سے تم پیمانہ کا کام لے سکتے ہو۔ اِس کے بعد تپش بڑھاتے جاؤ اور اسی طرح تپش کی ہر ۱۰°م ترقی کے بعد نلی کے اندر ہوا کی بلندی دیکھتے جاؤ یہاں تک کہ آخر تپش ۱۰۰°م پر پہنچ جائے۔ اِس بات کا خیال رکھنا چاہیئے کہ ہوا کا اُستوانہ ہر حال میں سارے کا سارا پانی میں ڈوبا رہے۔ ورنہ اِس کے ہر حصہ کی تپش ایک حال پر نہ آسکیگی۔ علاوہ بریں ہر مشاہدہ کے وقت نلی کو اُنگلی سے دو تین مرتبہ کھٹکھٹا دینا چاہیئے تاکہ پارے کے لئے نلی کے اندر اٹک جانے کا احتمال باقی نہ رہے۔ پارا نلی کے اندر اٹکا رہیگا تو ہوا کا پھیلاؤ اپنی بساط سے کم رہ جائیگا۔

مشاہدوں کے لکھنے کا طریق حسبِ ذیل ہونا چاہیئے :۔

نمبر مشاہدہ	تپش	اُستوانۂ ہوا کا طول	پھیلاؤ ۱۰°م کے لئے	اوسط پھیلاؤ ۱°م کے لئے
۱				
۲				
۳				
۴				

نلی کے سوراخ کا قطر ہر مقام پر مساوی ہے۔ اِس لئے اِس کے اندر کی ہوا کا حجم ہر حال میں اپنے اُستوانہ کے طول کا متناسب ہوگا۔ تمہارے مشاہدوں سے ۱°م کے لئے پھیلاؤ کا جو اوسط نکلیگا اُس کو °۰م کی تپش پر کے حجم پر تقسیم کر دوگے تو یہی ہوا کے **پھیلاؤ کی شرح** ہے۔ اپنے تجربہ کے نتائج لے کر حساب لگاؤ اور دیکھو اِس شرح کی کیا قیمت نکلتی ہے۔ اِس بات کو یاد رکھو کہ اگر ہوا کی بجائے کسی اور گیس پر تجربہ کیا جائے تو اُس سے بھی یہی نتیجہ حاصل ہوگا۔

اُوپر کی تقریروں میں جو ہم نے دو تجربے بیان کئے ہیں اُن میں گیسوں کا پھیلاؤ **مستقل دباؤ کی تحت میں** ہمارے زیرِ غور تھا۔ تم کہوگے کہ دباؤ کو مستقل رکھنے کا اِس تقریر میں کوئی ذکر نہیں آیا۔ لیکن تمہیں یاد ہوگا کہ دونوں تجربوں میں نلیوں کا مُنہ کھلا ہؤا تھا اور اندر کی ہوا کے لئے کافی موقع تھا کہ اُس کا دباؤ کُرۂ ہوائی کے دباؤ کے ساتھ تعادل پیدا کرلے۔ لہذا ہمارے تجربوں میں دباؤ مستقل تھا کیونکہ تجربہ کے شروع اور آخر دونوں حالتوں میں گیس صرف کُرۂ ہوائی کے دباؤ کی تحت میں ہے۔

تپشِ مطلق کا پیمانہ ———— اب آؤ کُلیۂ چارلس کو ذرا زیادہ غور کی نگاہ سے دیکھیں۔ گیس گرم ہو کر پھیلتی ہو یا ٹھنڈی ہو کر سکڑ رہی ہو دونوں صورتوں میں یہ کُلیہ اُس پر صادق آتا ہے۔ اِس کُلیہ کا دعویٰ یہ ہے کہ ہر گیس کا پھیلاؤ گیس کے °۰م تپش پر کے حجم کی اضافت سے دیکھا جائے تو اُس کی شرح ایک مقدارِ مستقل ہے۔ جونسی گیس چاہو لے لو یہ مقدار

ہر حال میں وُہی رہیگی۔ چنانچہ ہم بتا چکے ہیں کہ یہ $\frac{۱}{۲۷۳}$ ہے۔ اور اِس کا مطلب یہ ہے کہ ۰° م کی تپش پر کسی گیس کا حجم اگر ایک مکعب سمر ہے اور وہ مستقل دباؤ کی تحت میں رکھی گئی ہے تو تپش کے ۰° م سے ۱° م تک یا ۲۰° م سے ۲۱° م تک یا ۵۵° م سے ۵۶° م تک یا ۹۰° م سے ۹۱° م تک یعنی پیمانہ کے کسی مقام پر ایک درجہ بڑھ جانے سے اُس کے حجم میں $\frac{۱}{۲۷۳}$ مکعب سمر کا اضافہ ہوجائیگا۔ اِس کُلیہ کے رُو سے تپش کے مختلف درجوں پر کسی گیس کے حجموں کو لے کر ایک فہرست تیار کرو اور دیکھو اِس سے کیسی کیسی باتوں کا پتہ چلتا ہے۔

فرض کرو کہ ۰° م پر کسی گیس کا حجم ۱ مکعب سمر ہے اور ت° م پر ح، تو

ح = ۱ ، $\frac{۱}{۲۷۳}$ ت

لہذا حجم ۲۰° م پر = ۱ + $\frac{۲۰}{۲۷۳}$

" ۱۵° م پر = ۱ + $\frac{۱۵}{۲۷۳}$

" ۱۰° م پر = ۱ + $\frac{۱۰}{۲۷۳}$

" ۵° م پر = ۱ + $\frac{۵}{۲۷۳}$

" ۰° م پر = ۱ + ۰

" -۵° م پر = ۱ - $\frac{۵}{۲۷۳}$

" -۱۰° م پر = ۱ - $\frac{۱۰}{۲۷۳}$

" -۱۵° م پر = ۱ - $\frac{۱۵}{۲۷۳}$

....

حجم -۲۷۳° م پر = ۱ - $\frac{۲۷۳}{۲۷۳}$ = ۰

اِس فہرست پر غور کرو۔ یہ کُلیۂ چارلس کے رُو سے تیار کی گئی ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اِس کُلیہ میں اگر غلطی کا شائبہ نہیں تو تپش کا ایک درجہ وہ بھی ہے جس پر پہنچ کر ہر گیس کا حجم صفر ہو جاتا ہے۔ اِس درجہ کو **تپش کا صفرِ مطلق** کہتے ہیں۔ اور اگر اِس درجہ سے شروع کرکے پیمانۂ **مئی** کے رُو سے تپش کے درجوں کا حساب لگایا جائے تو اُس کو **تپشِ مطلق** کہینگے۔ لیکن اِس بات کو یاد رکھو کہ درجۂ مذکور کو صفرِ مطلق اِس لئے نہیں کہتے کہ اِس درجہ پر پہنچ کر حرارت قطعاً زائل ہو جاتی ہے۔ یہ نام محض اِس لئے وضع کیا گیا ہے کہ اِس مقام پر کُلیۂ چارلس کے رُو سے گیسوں کا حجم زائل ہو جاتا ہے۔ فہرست پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ تپش کا یہ درجہ پانی کے نقطۂ انجماد سے ۲۷۳ درجے نیچے پڑتا ہے۔ یا یوں کہو کہ یہ نقطہ (- ۲۷۳°) م ہے۔ تپش پیما میں اگر پارے کی بجائے کوئی گیس استعمال کی جائے اور تپش کا حساب اِس گیس کے پھیلاؤ اور سُکڑاؤ پر مبنی ہو تو تپش کے اِس درجہ پر پہنچ کر گیس مذکور کا حجم باقی نہ رہیگا۔ یا یوں کہو کہ خود گیس ہی باقی نہ ہوگی۔ پھر اِس مقام پر اگر تم یہ گمان کرو کہ ہمارا حساب جس کے رُو سے ہم تپش کا اندازہ کرتے ہیں مادہ کے خواص سے آزاد ہوگیا تو کچھ بے جا نہ ہوگا۔ اِن ہی وجوہات کی بناء پر اِس درجہ کو **تپش کا صفرِ مطلق** کہتے ہیں۔ ورنہ اِس میں اور کوئی خصوصیت نہیں۔

بہرکیف، گیسوں کے پھیلاؤ کی شرح میں جو استقلال پایا جاتا ہے اُس کی مدد سے تپش کا اندازہ کرنے کے لئے تمہیں ایک پیمانہ مل گیا۔ ذیل میں ہم اِس پیمانہ کا 'پیمانۂ مئی' سے مقابلہ کرتے ہیں :-

پیمانۂ مطلق	پیمانۂ مئی
°۰	°۲۷۳-
°۷۳	°۲۰۰-
°۲۰۰	°۷۳-
°۲۷۳	°۰
°۳۷۳ (یعنی ۲۷۳ + ۱۰۰)	°۱۰۰
۲۷۳ + ت°	ت°

اِن دونوں پیمانوں کا مقابلہ کرکے دیکھو۔ تپش کا وہ درجہ جس کو پانی کا نقطۂ انجماد کہتے ہیں پیمانۂ مئی میں صفر سے تعبیر کیا گیا ہے اور پیمانۂ مطلق میں یہ درجہ °۲۷۳ مر ہے۔ اِسی طرح پانی کا درجۂ جوش پیمانۂ مئی کے رُو سے °۱۰۰ ہے اور پیمانۂ مُطلق کے رُو سے ۲۷۳ + ۱۰۰ یعنی °۳۷۳ مر۔ اِس سے ظاہر ہے کہ کسی جسم کی تپش اگر پیمانۂ مئی کے حساب سے دی گئی ہو اور تم اُسے پیمانۂ مطلق میں تحویل کرنا چاہو تو پیمانۂ مئی کے درجوں میں ۲۷۳ کا اضافہ کرنا ہوگا۔ مثلاً کسی جسم کی تپش °۴۵ مر ہے تو پیمانۂ مطلق کے رُو سے یہ تپش ۴۵ + ۲۷۳ یعنی °۳۱۸ مر ہوگی۔

اِس بات کو نگاہ میں رکھنا چاہیئے کہ حقیقت میں یہ کوئی نیا مسئلہ نہیں۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ پیمانۂ مئی میں جس درجہ کی تپش کو ہم صفر سے تعبیر کرتے ہیں پیمانۂ مطلق میں وہ ۲۷۳ ہے۔ یعنی پیمانۂ مطلق میں تپش کا جو درجہ صفر سے تعبیر کیا جاتا ہے وہ پیمانۂ مئی کے صفر سے ۲۷۳ درجہ نیچے ہے۔ اور اِس پیمانہ کا ہر درجہ، درجۂ مئی کے برابر ہے۔

اِسی فصل میں ذرا پیچھے لوٹ کر دیکھو۔ وہاں ایک مساوات (۴) ہے۔ اُس میں ہم نے ثابت کیا ہے کہ ت° م پر کسی گیس کا حجم اگر حج ہو اور ت° م پر حج تو

$$\frac{\text{ح}}{\text{ح}} = \frac{\text{ت} + ۲۷۳}{\text{ت} + ۲۷۳}$$

لیکن تم جانتے ہو کہ کسی جسم کی تپش اگر پیمانۂ مئی کے رُو سے معلوم ہو اور اُس میں ۲۷۳ کا اضافہ کر دیا جائے تو یہ پیمانۂ مطلق کے بموجب اُس جسم کی تپش ہوگی۔ بناء بریں، مساواتِ بالا میں جو کسر بائیں ہاتھ پر ہے اُس کا شمار کنندہ اور نسب نما دونوں تپشِ مطلق کو تعبیر کرتے ہیں۔ یہ بات نگاہ میں ہو تو اِس مساوات سے ہم یہ نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ حج کو حج سے وُہی نسبت ہے جو ایک حجم کی تپشِ مطلق کو دُوسرے حجم کی تپشِ مطلق سے ہے۔ اِس بات کو یاد رکھو کہ حج اور حج گیس کی ایک ہی مقدار کے دو حجم ہیں جن میں صرف تپش کی کمی بیشی سے فرق آگیا ہے۔ اِن واقعات کی بناء پر ہم ذیل کا کُلیہ قائم کرسکتے ہیں جو حقیقت میں کُلیۂ چارلس ہی کی

ایک بدلی ہوئی شکل ہے:—

کسی گیس کی کمیت میں فرق نہ آئے اور دباؤ اُس کا مستقل ہو تو اُس کا حجم ہمیشہ اُس کی تپشِ مطلق کا متناسب رہتا ہے۔

اس تقریر سے تم پر روشن ہو گیا ہوگا کہ کُلیۂ چارلس کے رُو سے پیمانۂ مئی کے صفر سے ۲۷۳ درجہ نیچے جاکر ہر گیس کا حجم زائل ہو جاتا ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ یہ خیال کہاں تک صحیح ہے۔ مادہ کی تعریف میں ہم نے اُس کی یہ خصوصیت دکھائی تھی کہ مادہ کے لئے ہمیشہ فضاء درکار ہے۔ تم مادہ کا نام لیتے ہو تو اُس کے ساتھ ہی تمہارے دل میں فضاء کا خیال آجاتا ہے اور یہ ہو نہیں سکتا کہ فضاء کے بغیر مادہ کا تصور ممکن ہو۔ پھر اِس کے کیا معنی کہ تپش کے ایک خاص تنزل سے گیس کا حجم زائل ہوجاتا ہے؟ اگر یہ صحیح ہے تو پھر اِس کا مطلب یہ ہوگا کہ اِس مقام پر پہنچ کر خود مادہ ہی باقی نہیں رہتا۔ اور یہ محض لغو ہے۔ انسان کو آج تک کوئی ایسا حربہ نہیں ملا کہ اُس کی مدد سے مادہ کو معدوم کر دینا ممکن ہو۔

واقعہ یہ ہے کہ یہ حقیقت میں کُلیۂ چارلس کا نقص ہے۔ ورنہ اِس تپش پر بھی گیس کا حجم کچھ نہ کچھ ضرور ہوتا ہے۔ جب ہم تجربہ سے اِس قیاس کی صداقت کا امتحان کرتے ہیں تو معلوم ہوتا ہے کہ کوئی گیس بہت ٹھنڈی ہو جائے تو اُس کے

وجود میں بستگی کے آثار پیدا ہونے لگتے ہیں۔ پھر اس میں شک نہیں کہ جب یہ حال ہوگا تو گیس اپنی **گیسیت** کو چھوڑنے لگیگی اور اُس کے وجود میں **مایعیت** کے خواص پیدا ہوتے جائینگے۔ اِس لئے یہ ضرور ہے کہ اِس مقام پر پہنچ کر کُلیۂ **چارلس** ناکام ثابت ہو۔ کیونکہ اِس کُلیہ کا اطلاق صرف گیسوں پر ہوتا ہے۔ پھر جب گیسیت ہی مفقود ہونے لگے تو گیسیت کے خواص کا باقی رہنا کیا معنی؟ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ تپش کے ادنیٰ درجوں کی طرف ہر گیس کے لئے اپنی اپنی حد مقرر ہے۔ جب کوئی گیس اِس حد پر پہنچ جاتی ہے تو پھر کُلیۂ **چارلس** اُس پر صادق نہیں آتا۔

گیسوں کے دباؤ کی شرحِ اضافہ، مستقل حجم کی تحت میں —— کسی گیس کا حجم ایک حال پر قائم رکھ کر حرارت پہنچائی جائے تو گیس کا دباؤ بڑھنے لگتا ہے۔ اور تجربہ سے ثابت ہے کہ دباؤ کا اضافہ بھی اُسی کُلیہ کا تابع ہے جو مستقل دباؤ کے ماتحت اضافۂ حجم کے بارے میں تم دیکھ چکے ہو۔ چنانچہ °۰ م پر کسی معلوم حجم کی گیس کا دباؤ دٖ ہو اور ت° م پر اُس کا دباؤ دِ ہو جائے تو دونوں میں ذیل کا رشتہ پایا جائیگا :—

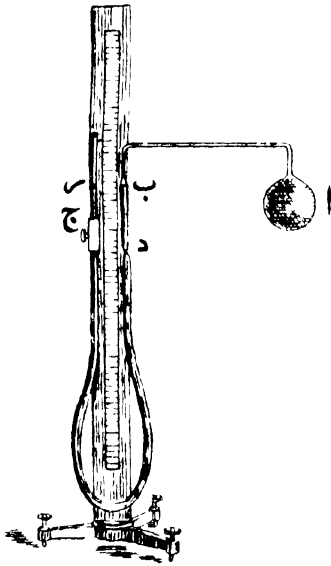
$$د_ت = د_0 (۱ + ش ت)$$

لیکن شرط یہ ہے کہ حجم میں فرق نہ آنے پائے۔ اِس مساوات میں ش دباؤ کے اضافہ کی شرح ہے بحالیکہ حجم مستقل ہو۔ تجربہ سے ثابت ہے کہ اِس کی قیمت عدداً $\frac{۱}{۲۷۳}$ ہے اور تم دیکھ چکے

ہو کہ کسی گیس کو مستقل دباؤ کی تحت میں رکھ کر حرارت پہنچائی جائے تو اُس کے اضافۂ حجم کی شرح کو بھی یہی عدد تعبیر کرتا ہے۔

مستقل حجم کی تحت میں گیس کے دباؤ کی شرحِ اضافہ معلوم کرنے کا قاعدہ ——— اِس مطلب کے لئے شکل ۲۲ کا آلہ استعمال کیا جا سکتا ہے۔ اِس میں ا ایک شیشہ کا بنا ہؤا جوفہ ہے جس کو شیشہ کی اُفقی نلی سے آلہ کے باقی حصہ کے ساتھ مِلا دیا ہے۔ اِس کے سِوا باقی سارا آلہ وُہی ہے جس سے ہم نے کُلیۂ بائل ثابت کیا تھا۔ اِس میں نلی ح ج لکڑی کی پیمانہ دار ٹیکن پر نیچے اُوپر حرکت کرسکتی ہے۔ تجربہ کے وقت جوفہ ا کو کسی دھاتی برتن کے اندر پانی میں رکھ دیتے ہیں اور تپش پیما سے پانی کی تپش معلوم کرلیتے ہیں۔ نلی ب د پر ب ایک معیّن نشان ہے۔ نلی ح ج کو نیچے اُوپر سرکا کر اِس طرح ترتیب دیتے ہیں کہ آلہ کے اندر جو پارا ہے اُس کی سطح مشاہدہ کے وقت نشان ب کے محاذی رہے۔

شکل ۲۲

برتن کے پانی کو حرارت پہنچا کر اُس کی تپش بڑھاتے جاؤ تو جوفہ کی ہوا پھیلنے لگیگی۔ اور

اُس کا دباؤ بڑھ جائیگا۔ یہ بڑھتا ہوُا دباؤ اِس امر کا متقاضی ہوگا کہ نلی ب د میں پارے کو دبا کر نیچے اُتار دے۔ لیکن ہمیں تو حجم کا مستقل رکھنا منظور ہے۔ یہ مطلب نلی سراج سے حاصل ہو سکتا ہے۔ اِس نلی کو ذرا اُوپر اُٹھا دو تو اِس طرف کا دباؤ بھی بڑھ جائیگا اور پارا لَوٹ کر پھر نشانِ معیّن پر پہنچ جائیگا۔

جب تجربہ شروع کرو تو نلی سراج کو حسبِ ضرورت نیچے یا اُوپر کی طرف سرکا کر نلی ب د کے پارے کی سطح نشان ب پر لے آؤ۔ اب اگر بارپیما میں پارے کا ارتفاع ع اور تمہارے آلہ کی دونوں نلیوں میں پارے کی بلندیوں کا فرق ع ہو، تو جوفہ کی ہوا پر بالجملہ (ع ± ع) کا دباؤ ہوگا۔ اِس کے بعد برتن کے پانی کو گرم کرکے اُس کی تپش کسی درجۂ خاص تک بڑھا دو اور چند دقیقہ تک اِس تپش کو مستقل رکھو۔ یہ ظاہر ہے کہ جوفہ کے اندر جو ہوا بند ہے اِس عرصہ میں اُس کی تپش پانی کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آجائیگی۔ تپش پیما کی مدد سے یہ تپش معلوم کرلو اور نلی سراج کے محل کو اِس طرح ترتیب دو کہ پارے کی سطح نشان ب پر آکر اپنا وُہی پہلا محل اختیار کرلے۔

اب فرض کرو کہ تجربہ کی ابتدا میں تپش $ت_1°$ م تھی اور دباؤ $د_1$۔ پھر تجربہ کے اختتام پر تپش $ت_2°$ م ہوگئی اور دباؤ $د_2$ ہوگیا۔ تو اِس صورت میں $0°$ م تپش پر، دباؤ کو $د_0$ مان کر

$$د_1 = د_0 (1 + ش ت_1) \quad \ldots\ldots (1)$$

اور

$$د_2 = د_0 (1 + ش ت_2)$$

لہذا $$\frac{د_۲}{د_۱} = \frac{۱ + ش\, ت_۲}{۱ + ش\, ت_۱}$$

اِس مساوات میں اپنے تجربہ کے مشاہدے رکھ کر تم معلوم کر سکتے ہو کہ ش کی قیمت کیا ہے۔ یہی مستقل حجم کی تحت میں ہوا کے دباؤ کی شرحِ اضافہ ہے۔ ہوا کی بجائے کوئی اور گیس ہو تو اُس کے دباؤ کی شرحِ اضافہ بھی اِسی کے برابر ہوگی۔ تجربہ سے ش کی قیمت $\frac{۱}{۲۷۳}$ نکلتی ہے۔ اِس بناء پر مساواتِ بالا کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی :—

$$\frac{د_۲}{د_۱} = \frac{۲۷۳ + ت_۲}{۲۷۳ + ت_۱}$$

تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ کسی گیس کی کمیت میں فرق نہ آئے اور دباؤ اُس کا مستقل رہے تو اُس کا حجم ہمیشہ اُس کی تپشِ مطلق کا متناسب رہتا ہے۔ اب دباؤ پر غور کرو تو گیس کے دباؤ اور اُس کی تپشِ مطلق میں بھی وُہی رشتہ پاؤگے۔ یعنی اگر کمیت مستقل رہے اور حجم میں فرق نہ آئے تو گیس کا دباؤ ہر حال میں اُس کی تپشِ مطلق کا متناسب ہوگا۔

اب آؤ دباؤ کے واردات پر ایک اور پہلو سے غور کریں۔ تقریرِ بالا کی مساوات (۱) کو دیکھو۔ (−۲۷۳°) مر کی تپش پر اُس کی شکل حسبِ ذیل ہوگی :—

$$د = د_. \left\{ ۱ + \frac{۱}{۲۷۳} \times (-۲۷۳) \right\}$$

= دبا (۱-۱)

= ۰

اِس سے ظاہر ہے کہ پیمانۂ مطلق کے درجۂ صفر پر پہنچ کر گیس کا دباؤ صفر ہو جانا چاہیئے - یعنی گیس جب تپش کے اِس درجہ پر پہنچیگی تو جس برتن میں وہ بند ہے اُس کی دیوارو پر گیس کے وجود سے کوئی دباؤ نہ پڑیگا - اور یہ کچھ خلافِ قیاس نہیں - ہم پہلے بتا چکے ہیں کہ مادہ کے سالمات حرکت میں رہتے ہیں - اور اِسی حرکت سے وہ چیز پیدا ہوتی ہے جس کو ہم دباؤ کہتے ہیں - گیس کے سالمات برتن کی دیواروں سے ٹکراتے رہتے ہیں - اور ان ہی ٹکّروں کا مجموعی اثر گیس کا دباؤ ہے - پھر ہم یہ بھی بتا چکے ہیں کہ تپش کا تنزل سالمات کی حرکت کی سُستی کا نتیجہ ہے - اِس بناء پر تپش کے تنزل کو دیکھ کر ہم یوں قیاس کرسکتے ہیں کہ سالمات کی حرکت سُست ہو رہی ہے - پھر کیا یہ قرینِ قیاس نہیں کہ تپش کا کوئی درجہ وہ بھی ہونا چاہیئے جہاں سالمات کی حرکت کلیتہً زائل ہو جائے - اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ (-۲۷۳°) م پر گیسوں کے حجم کی بہ نسبت اُن کے دباؤ کا زائل ہو جانا زیادہ قرینِ قیاس ہے -

لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ یہ نتیجہ بھی کسی امرِ واقع پر دلالت نہیں کرتا - اِس کو بھی کُلیۂ چارلس ہی کا نقص سمجھنا چاہیئے - اِس نقص کی توجیہ ہم اِس طرح کرسکتے ہیں کہ کُلیۂ مذکور گیسوں کے واردات پر مبنی ہے - اور گیسیں اِس تپش

کے قریب پہنچ کر اپنی گیسیت بیشتر کھو دیتی ہیں۔ پھر ہم کہہ سکتے ہیں کہ اِس مقام کے قُرب وجوار میں گیس گیس نہیں رہتی۔ بہرکیف معمولی حالتوں میں یہ کُلیہ بخوبی کام دے سکتا ہے۔ اِس لئے اِس کے نتائج کو نگاہ میں رکھنا چاہیئے۔

آؤ اِس بات پر اتفاق کرلیں کہ تپش کا وہ پیمانہ جو °۰ م سے شروع ہوتا ہے اُس کے درجوں کو ت سے تعبیر کیا جائیگا۔ اور وہ پیمانہ جو (- °۲۷۳) م یعنی صفرِ مطلق سے شروع ہوتا ہے اُس کے درجوں کو تَ سے تعبیر کرینگے۔ پھر فرض کرو کہ مستقل دباؤ کی تحت میں تَ°م پر کسی گیس کا حجم حت ہے اور تَ°م پر حتَ۔ تو گیسوں کے حجم اور اُن کی تپش کا جو تعلق ہم بیان کرچکے ہیں اُس کے رُو سے

$$\frac{\text{حت}}{\text{حتَ}} = \frac{\text{تَ}}{\text{ت}}$$

اور اگر مستقل حجم کی تحت میں ت°م پر دباؤ دت ہو اور تَ°م پر دتَ تو

$$\frac{\text{دت}}{\text{دتَ}} = \frac{\text{تَ}}{\text{ت}}$$

غور کرو پہلی صورت میں دباؤ مستقل ہے اور حجم اور تپش بدلتے ہیں۔ دُوسری صورت میں حجم مستقل ہے اور دباؤ

اور تپش میں تغیر آتا ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ تینوں چیزیں ایک ساتھ بدل رہی ہوں تو واقعات کی کیا کیفیت ہوگی۔

فرض کرو کہ °م پر کسی اِکائی کمیت کی گیس کا حجم ح_0 ہے اور دباؤ د_0 ۔ اور ت° مطلق پر پہنچ کر اُس کا حجم ح اور دباؤ د ہو گیا ہے۔ اگر ہم تپش کو °م (یعنی ت_0°) پر مستقل رکھتے اور دباؤ د_0 سے د ہو جاتا تو کُلیۂ بائل کے رُو سے

$$\text{د}_0\,\text{ح}_0 = \text{د}\,\text{ح}'$$

$$\text{یا}\quad \text{ح}' = \frac{\text{د}_0\,\text{ح}_0}{\text{د}}$$

اب اگر دباؤ د کو مستقل رکھا جائے اور گیس کے حجم $\text{ح}'$ کی تپش ت_0° سے ت° تک بڑھا دی جائے تو

$$\frac{\text{ح}}{\text{ح}'} = \frac{\text{ت}}{\text{ت}_0}$$

$$\text{یا}\quad \text{ح} = \text{ح}'\,\frac{\text{ت}}{\text{ت}_0}$$

اِس مساوات میں $\text{ح}'$ کی قیمت رکھ کر

$$\text{ح} = \frac{\text{د}_0\,\text{ح}_0\,\text{ت}}{\text{د}\,\text{ت}_0}$$

$$\text{یا}\quad \text{د}\,\text{ح} = \frac{\text{د}_0\,\text{ح}_0}{\text{ت}_0}\,\text{ت}$$

اب اگر دب طبعی دباؤ ہو اور ح، تپشِ طبعی یعنی ۰° م پر اِکائی کمیت کی گیس کا حجم۔ تو ظاہر ہے کہ کسی خاص گیس کے لئے دب ح / تب کو ہم ایک مستقل مقدار تصور کرسکتے ہیں۔ فرض کرو کہ اِس مستقل مقدار کی قیمت ر ہے۔ تو مساواتِ بالا کی شکل حسبِ ذیل ہوجائیگی :—

دح = رت　　(۸)

یہ مساوات گیسوں کی مساوات ہے۔ لیکن اِس کے استعمال میں اِس بات کو بھولنا نہ چاہیئے کہ ح گیس کی اِکائی کمیت کا حجم ہے۔ اور ر کی قیمت مختلف گیسوں کے لئے مختلف ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ تمام گیسوں کی اِکائی کمیت کو مساوی تپش پر، مساوی دباؤ کی تحت میں رکھ کر دیکھا جائے تو اُن کے حجم مساوی نہیں ہوتے اور ہمارے استدلال کی بناء گیس کی اِکائی کمیت پر ہے۔

کیمیا میں گیسوں کے متعلق تم نے ایک کُلیہ دیکھا ہوگا جس کا دعویٰ یہ ہے کہ مساوی دباؤ کی تحت میں اگر مختلف گیسوں کے حجم مساوی ہوں اور اُن کی تپش بھی مساوی ہو تو اُن کے سالمات کی تعداد مساوی ہوگی۔ اب فرض کرو کہ کسی ایک گیس کے سالمہ کی کمیت ک ہے اور دُوسری گیس کے سالمہ کی کمیت کَ ۔ اور کُلیۂ مذکور کے رُو سے دباؤ اور تپش کی طبعی حالت میں دونوں گیسوں میں فی اِکائی حجم، سالمات کی تعداد ع ہے۔

تو ظاہر ہے کہ اِن شرائط کی تحت میں

ایک گیس کی کمیت فی اِکائی حجم = ع ک

اور دُوسری گیس کی کمیت فی اِکائی حجم = ع کَ

لہٰذا پہلی گیس کا حجم فی اِکائی کمیت = ح = $\frac{۱}{ع\ ک}$

اور دُوسری گیس کا حجم فی اِکائی کمیت = حَ = $\frac{۱}{ع\ کَ}$

حجم کی یہ قیمتیں مساوات (۷) میں رکھ دی جائیں تو

پہلی گیس کے لئے س = $\frac{د}{ع\ ک\ ت}$

اور دُوسری گیس کے لئے سَ = $\frac{د}{ع\ کَ\ ت}$

اب دونوں گیسوں کے لئے "گیس کی مساوات" ذیل کی شکل اختیار کریگی :—

$$د\ ح = \frac{د}{ع\ ک\ ت}\ ت$$

یعنی پہلی گیس کے لئے $\frac{ک\ د\ ح}{ت} = \frac{د}{ع\ ت}$

اور دُوسری گیس کے لئے $\frac{کَ\ د\ حَ}{ت} = \frac{د}{ع\ ت}$

اِن مساواتوں میں بائیں ہاتھ کی رقمیں ہمشکل ہیں- اور دائیں ہاتھ پر ک اور کَ اِن گیسوں کے وزنِ سالمہ کو تعبیر کرتے ہیں-

اِس لئے اگر دونوں گیسوں کے اِتنے اِتنے گرام لئے جائیں جتنی اُن کے وزنِ سالمہ میں وزن کی اِکائیاں ہیں تو ظاہر ہے کہ

پہلی گیس کے ک گرام کا حجم = ک ح = $\text{ح}_{\text{س}}$

اور دُوسری گیس کے کَ گرام کا حجم = کَ ح = $\text{حَ}_{\text{س}}$

لہٰذا اُوپر کی آخری مساواتیں ذیل کی شکل اختیار کرینگی:—

$$\text{م} = \ldots\ldots = \frac{\text{حً}_{\text{س}}\,\text{د}}{\text{ت}} = \frac{\text{حَ}_{\text{س}}\,\text{د}}{\text{ت}} = \frac{\text{ح}_{\text{س}}\,\text{د}}{\text{ت}}$$

اس میں م ایک مستقل مقدار ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ وہ مادہ کی نوعیت سے آزاد ہے۔ اِس کی قیمت تمام گیسوں کے لئے یکساں ہے۔ اِس بناء پر "گیس کی مساوات" حسبِ ذیل ہو جائیگی:—

$$\text{ت}\,\text{م} = \text{ح}_{\text{س}}\,\text{د}$$

اِس سے تم یہ بھی سمجھ سکتے ہو کہ گیسوں کی مدد سے ہم تپش کی تخمین میں بخوبی کام لے سکتے ہیں۔ لیکن اِس کی تفصیل کو ہم سرِ دست نظر انداز کر دیتے ہیں۔

چوتھی فصل کی مشقیں

۱۔ ۲۰° م کی تپش پر ہوا کی ایک خاص مقدار کا حجم ۱۰۰ مکعب سم ہے۔ اِس ہوا کو مستقل دباؤ کی تحت میں رکھ کر ۵۰° م تک گرم کردیا جائے تو اِس کا حجم کیا ہو جائیگا؟

۲۔ ۲۷° م کی تپش پر ۱۵ لیٹر ہوا لے کر ۰° م تک ٹھنڈی کر دی

جائے تو اُس کے حجم میں کتنی کمی ہو جائیگی ؟

۳۔ ۲۴°م کی تپش پر کسی گیس کا حجم ۳۸۰ مکعب سمر ہے۔ گیس کُرۂ ہوائی کے دباؤ کی تحت میں ہے اور بارپیما ۴۷ سمر کا نشان دے رہا ہے۔ بتاؤ تپش اور دباؤ کی طبعی حالت (۰° م تپش اور ۷۶ سمر دباؤ) میں گیس مذکور کا حجم کیا ہوگا؟

۴۔ ایک مستقیم عمودی نلی کا نچلا سرا بند ہے۔ اِس نلی کے اندر پارے کا ایک چھوٹا سا قطرہ ڈال دیا گیا ہے کہ اُس کے سوراخ کو بند کر لے۔ اِس پارے کے وزن کو ہم نظر انداز کر سکتے ہیں۔ نلی کے پیندے اور پارے کے درمیان ہوا کی ایک خاص مقدار ہے۔ ۱۳°م کی تپش پر نلی کے پیندے اور پارے کے درمیان ۶۶ سمر کا فاصلہ ہے۔ تپش اگر ۵۲°م تک بڑھا دی جائے تو یہ فاصلہ ۷۵ سمر ہو جاتا ہے۔ اِن مقدمات کی بناء پر ہوا کے پھیلاؤ کی شرح معلوم کرو۔

۵۔ تپش اور دباؤ کی طبعی حالت میں اگر ہوا کی کثافت ۰۰۱۲۹۳ء۰ گرام فی مکعب سمر ہو تو ثابت کرو کہ ۸ء۷۶ سمر دباؤ کی تحت میں ۱۵°م کی تپش پر اُس کی کثافت ۰۰۱۲۳۹ء۰ ہو جائیگی۔

۶۔ ایک کمرے کے ابعاد ۲ × ۱۰ × ۲ میٹر ہیں۔ بتاؤ ۷۷ سمر دباؤ کی تحت میں ۱۵°م کی تپش پر کمرے کے اندر گھری ہوئی ہوا کا وزن کیا ہوگا؟

پانچویں فصل

مقدارِ حرارت۔ حرارتِ نوعی

حرارت اور تپش کا فرق ہم پہلے بیان کر چکے ہیں۔ اُس کو پھر یاد کر لو۔ تپش محض ایک کیفیت کا نام ہے جو حرارت کے وجود سے مادّی جسموں پر طاری ہوتی ہے۔ اور حرارت ایک ذی مقدار شے ہے جو مادّی اجسام کے وجود میں داخل ہو سکتی ہے اور اُن کے وجود سے خارج ہونے پر بھی قادر ہے۔ ایک جسم کی تپش دُوسرے جسم کی تپش سے بڑھی ہوئی ہو تو اِس سے یہ لازم نہیں آتا کہ پہلے کے وجود میں دُوسرے کی بہ نسبت حرارت کی مقدار بھی زیادہ ہے۔ جب ہم یہ کہتے ہیں کہ وہ جسم گرم ہے اور یہ ٹھنڈا تو اِس سے ہمارا یہ مطلب نہیں ہوتا کہ اُس جسم کے وجود میں حرارت زیادہ ہے اور اِس جسم کے وجود میں کم۔ اِس سے مقصود صرف یہ ہے کہ اُس جسم کی تپش اِس جسم کی تپش سے بلند تر ہے۔ گرم جسم کسی سرد جسم کے ساتھ چھُوتا ہُوا رکھ دیا جائے تو گرم جسم کی

حرارت سرد جسم میں داخل ہونے لگیگی۔ نتیجہ اس کا یہ ہوگا کہ گرم جسم کی تپش گھٹتی جائیگی اور سرد جسم کی تپش بڑھنے لگیگی۔ اور آخرِ کار دونوں کی تپش حالِ واحد پر آ جائیگی۔ اِس واقعہ کی اصلیت تو یہ ہے کہ حرارت کا کچھ حصہ ایک جسم سے نکل کر دُوسرے جسم میں داخل ہوگیا ہے۔ لیکن حرارت بذاتِ خود ہمارے احساس میں نہیں آتی۔ ہم جو کچھ محسوس کرتے ہیں وہ حرارت کا صرف ایک اثر ہے اور اِس اثر کو ہم تپش کہتے ہیں۔ اِس بناء پر حرارت اور تپش میں گویا علت اور معلول کا رشتہ ہے۔ کوئی گرم جسم کسی سرد جسم کو چُھوتا ہے اور سرد جسم کی تپش بڑھ جاتی ہے تو یہ نہ سمجھنا چاہئے کہ گرم جسم کی تپش، سرد جسم میں حلول کرگئی۔ جو چیز اس وقت سرد جسم میں حلول کر رہی ہے وہ تو حرارت ہے۔ تپش کے بڑھ جانے کو اِس حرارت کا صِرف ایک نتیجہ سمجھنا چاہئے۔

تجربہ ۱۲ ــــ مساوی وزن کے گرم اور سردِ پانی کا آمیزہ ــــ شیشہ کے گلاس میں معلوم وزن کا ٹھنڈا پانی لے لو اور اسی کے مساوی وزن کا گرم پانی ایک اور گلاس میں ڈالو۔ تپش پیما سے دونوں کی تپش دیکھ لو۔ پھر ٹھنڈے پانی کو گرم پانی میں ڈالو۔ اور تپش پیما سے ہلا ہلا کر دونوں کو اچھی طرح ہلا دو کہ ایک کو دُوسرے کے ساتھ کامل آمیزش کا موقع مِل جائے۔ اس کے بعد تپش پیما کو پڑھ کر دیکھو کہ اس آمیزہ کی تپش کیا ہے۔ یہ تپش دونوں پانیوں کی تپش کے "تقریباً" بین بین ہوگی

مختلف تپش کے مساوی یا غیر مساوی وزن کے پانی باہم

ملا دئے جائیں تو گرم پانی کے وجود سے جو حرارت خارج ہو گی
اُس کی مقدار عین اُس حرارت کی مقدار کے برابر ہوگی جو
ٹھنڈے پانی میں داخل ہو جائیگی بشرطیکہ کوئی تیسرا جسم اِس
لین دین میں حصہ دار نہ ہو۔ لیکن اِن پانیوں کو باقی جسموں
سے آزاد کر لینا ممکن نہیں۔ اِس لئے کچھ حرارت اِدھر بھی چلی
جاتی ہے۔ اگر یہ حرارت بھی محسوب کر لی جائے تو تجربہ سے
ثابت ہے کہ گرم پانی کے وزن اور اُس کی تپش کے تنزل' کا
حاصلِ ضرب ' سردِ پانی کی تپش کی ترقی اور اُس کے وزن کے
حاصلِ ضرب کا مساوی رہتا ہے۔

تجربہ ۲۲ —— نقصان حرارت اور کسبِ حرارت

—— ایک گلاس میں دو سو گرام کے قریب سرد پانی ڈال کر اُس کی تپش دیکھ لو۔ اور دُوسرے گلاس میں اِسی مقدار کا پانی ڈال کر تقریباً ۵۰° م تک گرم کرو۔ پھر اِس گرم پانی کے گلاس کو میز پر رکھ کر اُس کی تپش دیکھتے جاؤ۔ جب تپش ۴۰° م پر پہنچ جائے تو گلاس کو کپڑے میں پکڑ کر اُس کا پانی فوراً دُوسرے گلاس کے سرد پانی میں اُنڈیل دو۔ پھر اِس آمیزہ کو تپش پیما سے ہلا کر اچھی طرح ملا دو اور دیکھو اب تپش کیا ہے۔ نتائج کو ذیل کے طور پر قلمبند کرتے جاؤ:—

سرد پانی کا وزن . .	گرام
سرد پانی کی تپش .	. . ° م
آمیزہ کی تپش .	. . ° م
سرد پانی کی تپش کی ترقی . .	. ° م

گرم پانی کا وزن ...... گرام

گرم پانی کی تپش .. . °م

گرم پانی کی تپش کا تنزل ... . °م

سرد پانی کا وزن × اُس کی تپش کی ترقی

گرم پانی کا وزن × اُس کی تپش کا تنزل

اِن دونوں مقداروں میں ذرا سا فرق ہوگا۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھو کہ حرارت کا کچھ حصہ ضائع ہوگیا۔ کیا تم دیکھتے نہیں کہ دونوں پانیوں کا آمیزہ گلاس میں رکھا ہے؟ گرم پانی کی حرارت کا کچھ حصہ سرد پانی میں چلا جاتا ہے تو گلاس کا مادّہ بھی اِس سے محروم نہیں رہتا۔ علاوہ بریں اِرد گِرد کی ہوا بھی کچھ حرارت ضرور لے لیتی ہے۔ حساب میں اگر اِن پہلوؤں کا بھی لحاظ رکھا جائے تو کوئی وجہ نہیں کہ یہ دونوں حاصلِ ضرب ایک دُوسرے کے مساوی نہ ہوں۔

تجربہ ۲۳ ـــــ حرارت کے کسب و نقصان کی مساوات ـــــ گرم اور سرد پانی کے غیر مساوی وزن لے کر تجربۂ بالا کو دُہراؤ تو اس صورت میں بھی وُہی نتیجہ مترتب ہوگا۔ پھر بتاؤ اِن دونوں مقداروں کی مساوات سے کیا نتیجہ نکال سکتے ہیں؟ اِس کی تفصیل ہم ذرا آگے چل کر بیان کرینگے۔

حرارت کی اِکائی ـــــ کسی ذی مقدار چیز کو

ناپنا ہو تو اُسی کی ایک خاص مقدار لے لی جاتی ہے۔ پھر اِس مقدار کو ناپ کا معیار مان کر اُس چیز کی جتنی مقداروں کو چاہیں ناپ سکتے ہیں۔ مثلاً اگر یہ معلوم کرنا ہو کہ کسی جسم کے اندر مادہ کی کتنی مقدار موجود ہے تو اِس مطلب کے لئے مادہ کی ایک خاص مقدار کو ہم معیار قرار دیتے ہیں اور اِس معیار کے ساتھ مقابلہ کرکے اِس بات کا پتہ لگا لیتے ہیں کہ جسم مذکور میں اِس قدر و قیمت کی کتنی مقداریں موجود ہیں۔ یہ چھوٹی سی مقدار جس سے ہم اُس کی ہمجنس مقداروں کو ناپتے ہیں اِس کا نام اکائی ہے۔

تم دیکھ چکے ہو کہ حرارت بھی ایک ذی مقدار شے ہے۔ چنانچہ ہم کہہ سکتے ہیں کہ اُس جسم کے مقابلہ میں یہ جسم اپنے اندر زیادہ حرارت رکھتا ہے۔ پھر جب حرارت ایک ذی مقدار شے ہے تو اِس کے ناپنے کا بھی کچھ انتظام ہونا چاہئے۔ لیکن سوال یہ ہے کہ اِس کے ناپنے کے لئے اکائی کی تعیین کیونکر ہو۔ حرارت بذاتِ خود تو ہمارے احساس میں آتی نہیں۔ جو کچھ ہم محسوس کرتے ہیں وہ محض اِس کے اثر ہیں۔ مثلاً جب کسی جسم کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو ہم دیکھتے ہیں کہ اُس کے حجم میں اضافہ ہوتا ہے اور اُس کی تپش بڑھنے لگتی ہے۔ ہمارے اِحساس میں جو کچھ آتا ہے وہ مادّہ کے حجم کا اضافہ ہے یا تپش کی ترقی۔ اِن ہی کو دیکھ کر ہم سمجھتے ہیں کہ کسی جسم کے وجود میں حرارت داخل

ہو رہی ہے۔ اِس لئے حرارت کا بلا واسطہ اندازہ ممکن نہیں۔ پھر ضرور ہے کہ حرارت کے ناپ کی بناء اُس کے کسی اثر پر رکھی جائے۔ اِس مطلب کے لئے تپش سے کام لیا جاتا ہے۔ کسی جسم کی تپش دیکھ کر ہم اندازہ لگا لیتے ہیں کہ اُس کے اندر کس قدر حرارت موجود ہے۔ لیکن ذرا آگے بڑھوگے تو تمہیں معلوم ہوگا کہ مختلف نوعیت کے جسموں کو اگر ایک ہی مقدار کی حرارت دی جائے تو یہ نہیں ہوتا کہ اُن کی تپش میں برابر برابر اضافہ ہو بلکہ واقعہ یہ ہے کہ مختلف جسموں کی تپش میں بہت کچھ فرق ہو جاتا ہے۔ بناء بریں، یہ نہایت ضروری ہے کہ حرارت کی اِکائی مقرر کرنے کے لئے کسی خاص چیز پر اتفاق کر لیا جائے۔ اور جس قدر حرارت اِس چیز کی ایک معیّن مقدار میں داخل ہو کر تپش کو ایک خاص حد تک بڑھا دے اُس کو ہم حرارت کے ناپنے کے لئے اِکائی قرار دے لیں پھر اِس کے ساتھ مقابلہ کرکے ہم معلوم کر سکتے ہیں کہ کسی جسم کے اندر حرارت کی کتنی مقدار موجود ہے۔ اِس مطلب کے لئے پانی بہترین چیز ہے اور اِسی کو سب پر ترجیح دی جاتی ہے۔ اِس بناء پر حرارت کی اِکائی کی تعریف حسبِ ذیل ہے:-

حرارت کی اکائی' حرارت کی وہ مقدار ہے جو ایک گرام پانی کی تپش کو ایک درجۂ مئی بڑھا دیتی ہے۔

طبیعیات کی اصطلاح میں اِس اکائی کو حرارہ کہتے ہیں۔

اِس تعریف پر غور کرو۔ اس میں ہم نے ۱°م کی تخصیص کر دی ہے اور یہ نہیں بتایا کہ یہ درجہ پیمانہ کے کس مقام پر لیا جائیگا۔ ۰°م سے لے کر ۱۰۰°م تک پیمانہ کے ہر مقام پر پانی کی تپش کو ۱°م بڑھا دینے کے لئے اگر حرارت کی کوئی مستقل مقدار درکار ہو تو پھر اِس بات کی ضرورت نہیں کہ حرارہ کی تعریف میں ۱°م کے لئے پیمانہ کے کسی خاص مقام کی تخصیص ہو۔ لیکن جب تک تجربہ سے فیصلہ نہ ہو جائے ہم اِس بات کو صحیح مان لینے کے مجاز نہیں کہ پیمانہ کے ہر مقام پر ایک گرام پانی کی تپش کو ۱°م بڑھا دینے کے لئے جو حرارت درکار ہے اُس کی مقدار میں کچھ فرق نہیں آتا۔ اگر واقعی پانی کی یہی خاصیت ہے کہ اُس کی تپش کو ۱°م بڑھا دینے کے لئے جو حرارت درکار ہے اُس کی مقدار پیمانہ کے ہر مقام پر مستقل رہتی ہے تو اِس صورت میں ضروری ہے کہ اگر ت۱°م تپش کا ایک گرام پانی ت۲°م تپش کے ایک گرام پانی میں ملا دیا جائے اور تجربہ کے دَوران میں جو حرارت اِدھر اُدھر چلی جاتی ہے وہ بھی محسوب کر لی جائے تو اِن دونوں پانیوں کے آمیزہ کی تپش $\frac{ت_۱ + ت_۲}{۲}$ ہو۔ ورنہ یہ قیاس صحیح نہ ہوگا۔

حرارت کی اِکائی کی جو تعریف ہم نے بیان کی ہے اگر اُس میں پیمانہ کے کسی خاص مقام کی تخصیص کر دی جائے مثلاً یہ کہہ دیا جائے کہ حرارت کی اِکائی' حرارت کی وہ مقدار ہے جو ایک گرام پانی کی تپش کو ۲۵°م سے ۲۶°م تک

بڑھا دیتی ہے تو اس صورت میں یاد رکھنا چاہیئے کہ ایسی پچاس اکائیوں کے برابر، حرارت کی وہ مقدار ہوگی جو ۵۰ گرام پانی کی تپش کو ۲۵° م سے ۲۶° م تک بڑھا دیتی ہے۔ لیکن ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ حرارت کی یہی مقدار ایک گرام پانی کی تپش کو ۵۰° م بڑھا دیگی۔ یہ خیال صرف اُس حال میں صحیح ہوگا جب کہ پیمانہ کے ہر مقام پر تپش میں ۱° م کی ترقی کے لئے ایک ہی مقدار کی حرارت درکار ہو۔ جن لوگوں نے اِس امر کی تحقیقات کو نہایت نازک حد تک پہنچا دیا ہے اُن کے تجربوں سے ثابت ہوتا ہے کہ پانی کی تپش کو ۱° م بڑھا دینے کے لئے حرارت کی جو مقدار درکار ہے وہ ۰° م سے لے کر ۴۰° م تک کسی قدر گھٹتی جاتی ہے اور اِس کے بعد بالتدریج بڑھنے لگتی ہے۔ لیکن یہ فرق نہایت خفیف ہے۔ اِس لئے اگر اِس کو نظر انداز کر دیا جائے تو کچھ ہرج نہیں۔ اور ہم کہہ سکتے ہیں کہ ۵۰ گرام پانی کی تپش کو ۱° م بڑھا دینے کے لئے جس قدر حرارت درکار ہے اُسی قدر حرارت ایک گرام پانی کی تپش کو ۵۰° م بڑھا دیگی۔ اِس بناء پر ۵۰ گرام پانی کی تپش کو ۴۰° م بڑھا دینے کے لئے حرارت کے (۵۰ × ۴۰) حرارے درکار ہونگے۔ اِسی طرح اگر ك گرام پانی کو حرارت پہنچائی جائے اور اُس کی تپش ت° م سے بڑھ کر تَ° م پر پہنچ جائے تو اِس صورت میں حرارت کی مقدار ق حسبِ ذیل ہوگی:—

ق = ك (تَ - ت)

اب تم سمجھ سکتے ہو کہ گزشتہ دو تجربوں میں جو اصول ہم نے بیان کیا ہے اُس کی حقیقت کیا ہے۔ سرد پانی کے وزن اور اُس کی تپش کی ترقی' کا حاصلِ ضرب' حرارت کی اُس مقدار کو تعبیر کرتا ہے جو گرم پانی سے نکل کر سرد پانی کے وجود میں داخل ہوگئی ہے۔ اور گرم پانی کے وزن اور اُس کی تپش کے تنزل' کا حاصلِ ضرب' وہ حرارت ہے جو سرد پانی نے گرم پانی سے لے لی ہے۔ پھر کیا یہ ضروری نہیں کہ یہ دونوں مقداریں باہم مساوی ہوں؟ اب اِس اصول کو ہم ذیل کے لفظوں میں بیان کر سکتے ہیں:—

نقصانِ حرارت = کسبِ حرارت

حرارت کی مقداروں کا مقابلہ —— اُوپر کی تقریر میں تم نے دیکھ لیا۔ حرارت کی اِکائی کی جو تعریف ہم نے بیان کی ہے اُس کے رُو سے پانی کی مقدارِ حرارت دو چیزوں پر موقوف ہے:—

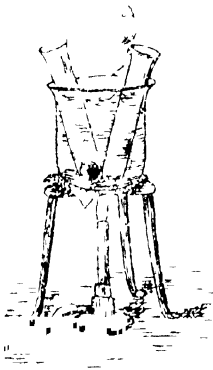
۱۔ پانی کا وزن

۲۔ پانی کی تپش

کسی خاص وزن کا پانی تپش کے کسی خاص درجہ پر ہو تو اُس کے اندر حرارت کی ایک خاص مقدار ہوگی۔ اِس سے تم خیال کر سکتے ہو کہ اگر کسی اَور چیز کی تپش بھی اِسی کے برابر ہو اور اُس کا وزن بھی اِسی قدر ہو تو اُس کے اندر بھی حرارت کی اِتنی ہی مقدار موجود ہونی چاہئے۔ لیکن اِس بات کو

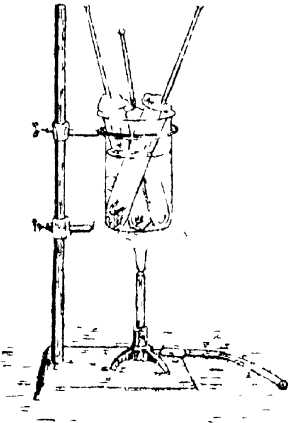
یاد رکھو کہ یہ خیال صحیح نہیں ۔ ۱۰ گرام پانی کی تپش اگر ۵۰° م بڑھا دی جائے تو اِس پانی کے اندر حرارت کی پانسو اِکائیاں داخل ہونگی۔ لیکن اگر پانی کی بجائے اِسی کا ہموزن پارا، سیسا، لوہا یا کوئی اَور چیز لے کر اُس کی تپش ۵۰° م بڑھا دوگے تو اُس کے اندر جو حرارت داخل ہوگی اُس کی مقدار یہ نہیں ہوسکتی۔ کسی چیز کی حرارت کی مقدار صِرف اُس کے وزن اور اُس کی تپش ہی پر موقوف نہیں بلکہ اُس کی **نوعیت** کو بھی اِس میں بہت کچھ دخل ہے۔

تجربہ ۲۴ ــــــ حرارت کی ایک ہی مقدار مختلف چیزوں کی تپش کو مختلف حد تک بڑھا سکتی ہے۔ دو شیشہ کے بنے ہوئے مساوی جسامت کے گلاس لے کر اُن کے اندر پانی اور تارپین کی، برابر برابر مقداریں، ڈال دو ۔ اور اِس بات کا خیال رکھو کہ دونوں کی تپش ایک دُوسرے کے برابر ہو ۔ پھر مساوی تپش کے گرم پانی کی، برابر برابر مقداریں، لے کر تارپین اور ٹھنڈے پانی میں مِلاؤ ۔ اور دونوں کی تپش دیکھو ۔ تارپین کی تپش پانی کی تپش سے بلند تر ہے ۔ دونوں میں گرم پانی کی، برابر برابر مقدار، ڈالی گئی ہے اور دونوں حالتوں میں گرم پانی کی تپش مساوی تھی ۔ اِس کے معنی یہ ہیں کہ سرد پانی اور تارپین کے اندر جو حرارت داخل کی گئی ہے وہ دونوں صورتوں میں مساوی ہے ۔ پھر دونوں کی تپش میں یہ فرق کیوں ہے ؟ بات یہ ہے کہ حرارت کی مساوی مقداروں سے مختلف چیزوں کی تپش میں مساوی ترقی نہیں ہوتی۔ اِسی خیال کو علمی زبان میں بیان کرنا ہو تو یوں کہینگے کہ **مختلف چیزوں کی قابلیتِ حرارت مختلف** ہے ۔

تجربہ ۲۵ ـــــ پانی اور پارے کے کسبِ حرارت کی شرحوں کا مقابلہ ـــــ ایک ہی تپش کے پانی اور پارے کی برابر برابر مقداریں لے کر اُن کو دو امتحانی نلیوں میں ڈال دو - پھر دونوں نلیوں کو کھولتے ہوئے پانی کے اندر کھڑا کرو اور چند دقیقوں تک اسی حالت میں رہنے دو۔ پانی کی بہ نسبت پارے کی تپش میں زیادہ ترقی ہوگی - اس سے ظاہر ہے کہ اگر پانی اور پارے کو ایک ہی حالت میں رکھا جائے تو پانی کی بہ نسبت پارا بلد گرم ہوجاتا ہے - اس تجربہ میں اس بات کا خیال رکھنا چاہئیے کہ امتحانی نلیوں میں جو پارا اور پانی رکھا ہے اُس کی انتہائی تپش کا مقابلہ مقصود نہیں - صرف یہ دیکھنا ہے کہ دونوں کی تپش کس رفتار سے بڑھتی ہے - ورنہ یوں تو کافی عرصہ تک کھولتے ہوئے پانی میں رکھا رہنے کے بعد دونوں کی تپش کھولتے ہوئے پانی کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آجائیگی -

شکل ۲۳

تجربہ ۲۶ ـــــ مساوی تپش کی مختلف چیزوں کے مساوی وزن لے کر مقابلہ کیا جائے تو اُن کے اندر حرارت کی مقدار مختلف ہوگی - مساوی وزن کا سیسا، لوہا، اور پانی لے کر الگ الگ امتحانی نلیوں میں ڈال دو اور اِن نلیوں کو ایک شیشہ کے گلاس میں کھڑا کر دو - پھر ہر نلی کے اندر ایک ایک

مئی تپش پیما اِس طرح رکھو کہ اُس کا جوفہ

تشکل ۲۴

بلبع یا دھات کے اندر رہے۔ اس کے بعد سب نلیوں کے مُنہ روئی کے ڈھیلے پھندے سے بند کردو۔ پھر گلاس میں پانی ڈال کر اُسے اس قدر گرم کرو کہ پانی کھولنے لگے۔ اِس پانی کو اِسی طرح جوش دیتے رہو یہاں تک کہ جو چیزیں تم نے نلیوں میں رکھی ہیں اُن سب کی تپش بڑھ کر ایک مستقل حالت پر آجائے۔ اب تین گلاس لے کر اُن کے اندر برابر وزن کا سرد پانی ڈالو۔ تینوں گلاسوں کے پانی کی تپش بھی مساوی ہونی چاہئے۔ ان گلاسوں میں سے ایک میں امتحانی نلی کا گرم پانی، دُوسرے میں گرم سیسا، اور تیسرے میں گرم لوہا ڈال دو۔ اور اِن کو اچھی طرح سے ہلا دو۔ اب دیکھو ہر گلاس کے پانی کی تپش کیا ہے۔ اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ ایک ہی تپش کے پانی، لوہے، اور سیسے، نے ایک ہی مقدار کے سرد پانی کی تپش مختلف حد تک بڑھائی ہے۔

اب ذرا اِس بات پر غور کرو کہ اِن تجربوں سے کیا نتیجہ نکلتا ہے۔ پہلے تجربہ سے یہ بات ثابت ہوتی ہے کہ حرارت کی مساوی مقدار سے، پانی کی بہ نسبت اُس کے ہموزن تارپین کی تپش زیادہ بڑھ جاتی ہے۔ دُوسرے تجربہ سے اِس بات کا ثبوت ملتا ہے کہ ہموزن پانی اور پارے

کو مشابہ حالتوں میں رکھ کر حرارت پہنچائی جائے تو پانی کے مقابلہ میں پارے کی تپش زیادہ تیزی کے ساتھ بڑھتی ہے۔ یہ واقعات اِس بات پر دلالت کرتے ہیں کہ پانی کی تپش کو ۱°م بڑھانے کے لئے جتنی حرارت درکار ہے اُس سے بہت کم مقدار کی حرارت پارے اور تارپین کی تپش کو ۱°م بڑھا دیتی ہے۔ اِسی طرح تیسرے تجربہ سے اِس بات کا پتہ چلتا ہے کہ مساوی الوزن پانی، لوہے، اور سیسے کو جب ۱°م ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو اگرچہ تپش کا تنزل تینوں حالتوں میں مساوی ہوتا ہے لیکن اِس اثنا میں اِن چیزوں کے وجود سے جو حرارت خارج ہوتی ہے اُس کی مقداریں مساوی نہیں ہوتیں۔ پھر بتاؤ اِس فرق کی وجہ کیا ہے۔ حقیقت یہ ہے کہ حرارت کے قبول کرنے میں ہر چیز کا حال جُداگانہ ہے۔ یہی خیال طبیعیات کی زبان میں یوں ادا کیا جاتا ہے کہ مختلف نوعیت کے مادّہ کی **قابلیتِ حرارت** مختلف ہے۔ پس، قابلیتِ حرارت کی تعریف ذیل کے لفظوں میں یاد رکھو:—

کسی چیز کی قابلیت حرارت سے حرارت کی وہ مقدار مُراد ہے جو اُس کے ایک گرام وزن کی تپش کو ۱°م بڑھا دیتی ہے۔

پانی کی قابلیتِ حرارت — تمام اشیائے معلومہ میں پانی کی قابلیتِ حرارت سب سے بڑھی ہوئی ہے۔ چنانچہ کسی اور چیز کی تپش کو کسی خاص حد تک بڑھانے کے لئے

جتنی حرارت درکار ہوتی ہے اُسی حد تک اُس چیز کے ہموزن
پانی کی تپش کو بڑھانے کے لئے حرارت کی زیادہ مقدار صرف
کرنی پڑتی ہے۔ اِسی طرح جب پانی کو ایک حد سے دُوسری
حد تک ٹھنڈا کیا جاتا ہے تو اُس کے وجود سے حرارت کی
اتنی مقدار خارج ہوتی ہے کہ پانی کی بجائے اُس کی ہموزن
کسی اور چیز کو اِن ہی حدوں کے درمیان ٹھنڈا کرنے سے
اِس قدر حرارت کا حاصل ہونا ممکن نہیں۔

مختلف چیزوں کی قابلیتِ حرارت کا مقابلہ۔

ہموزن پانی، پارے، اور لوہے، کی تپش کو کسی بلند درجہ، مثلاً
پانی کے درجۂ جوش، پر پہنچا دو۔ پھر اِس کے بعد مساوی
وزن اور مساوی تپش کا سرد پانی الگ الگ گلاسوں میں ڈالو۔
اور مندرجہ بالا چیزوں کو جن کی تپش ایک حال پر ہے ایک
ایک گلاس میں ڈال کر دیکھو کہ ہر گلاس کے پانی کی تپش
کہاں تک بڑھ جاتی ہے۔ جس پانی میں گرم پانی ملایا گیا ہے
اُس کی تپش سب سے زیادہ ہوگی۔ اور باقی چیزوں میں سے
کوئی اِس حد کو نہ پہنچیگی۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ پانی کی قابلیتِ
حرارت سب سے زیادہ ہے۔ اِس تجربہ میں اگر یہ معلوم ہو کہ
سرد پانی کی ابتدائی تپش کیا تھی اور گرم چیز کو ملا دینے
کے بعد اِس کی تپش کہاں تک بڑھ گئی ہے تو اِس سے
تم دریافت کرسکتے ہو کہ گرم چیز نے ایک خاص حد تک
ٹھنڈا ہونے میں کس قدر حرارت دی ہے۔

فرض کرو کہ سرد پانی کی مقدار ك۱ گرام اور اُس کی تپش ت۱° م ہے۔ اِس کے اندر تم نے (مثلاً) گرم لوہا ڈالا جس کی مقدار ك۲ گرام اور تپش ت۲° م تھی۔ یہ گرم لوہا جب سرد پانی کے ساتھ مس کریگا تو ظاہر ہے کہ پانی کی تپش بڑھنے لگیگی اور لوہے کی تپش گھٹتی جائیگی۔ یہ عمل برابر اُس وقت تک جاری رہیگا کہ دونوں کی تپش ایک حال پر آجائے۔ فرض کرو کہ یہ مشترک تپش ت° م ہے۔ اب دیکھو اِس لوہے کے وجود سے کتنی حرارت خارج ہوئی ہے۔ حرارت کا جو حصہ اِدھر اُدھر چلا جاتا ہے اُس کو سرِ دست نظر انداز کر دو اور سمجھ لو کہ حرارت کے تبادلہ میں لوہے اور پانی کے سوا کسی اَور چیز کو دخل نہیں۔ اِس حال میں لوہے کا نقصانِ حرارت پانی کے کسبِ حرارت کا مساوی ہونا چاہئے۔

لوہے کی تپش کا تنزل ت۲° - ت°

پانی کی تپش کی ترقی ت° - ت۱°

پانی کا کسبِ حرارت ك۱(ت° - ت۱°) اور یہی لوہے کا نقصانِ حرارت ہے

یہ حرارت پانی نے ك۲ گرام لوہے کے وجود سے لی ہے۔ اور لوہے کے وجود سے اِس قدر حرارت ت۲° م سے ت° م تک ٹھنڈا ہونے میں خارج ہوئی ہے۔ اِس سے تم معلوم کرسکتے ہو کہ ایک گرام لوہا ۱° م ٹھنڈا ہونے میں کتنی حرارت دیگا۔ اگر یہ مان لیا جائے کہ ت° م اور ت۲° م کے درمیان لوہے کی تپش کو ۱° م بڑھانے کے لئے جو حرارت درکار ہے اُس کی مقدار پیمانہ کی اِن حدوں کے اندر ہر مقام پر

مستقل رہتی ہے تو یہ مقدار $\frac{ك_۱ (ت - ت_۱)}{ك_۲ (ت_۲ - ت)}$ ہوگی ۔ اور یہی لوہے کی قابلیتِ حرارت ہے ۔ اِسی طرح اور چیزوں کی قابلیتِ حرارت بھی معلوم کر لو تو مختلف چیزوں کی قابلیتِ حرارت کا مقابلہ کرنے کے لئے پورا سامان مِل جائیگا ۔

کثافتِ مُطلق کی طرح تمام چیزوں کی قابلیتِ حرارت کا معلوم کرنا بھی طولِ امل ہے ۔اِس لئے ضرور ہے کہ کسی ایک چیز پر اتفاق کرلیا جائے اور اِس چیز کی قابلیتِ حرارت کو معیار قرار دے کر اُس کی اضافت سے باقی تمام چیزوں کی قابلیتِ حرارت معلوم کی جائے ۔ سہولت کو نگاہ میں رکھ کر اہلِ فن نے اِس مطلب کے لئے پانی کو اختیار کیا ہے ۔ اور اِسی کی قابلیتِ حرارت سے مقابلہ کرکے ہرچیز کی قابلیتِ حرارت کا اندازہ کرتے ہیں ۔ اِس مقابلہ سے جو نتیجہ پیدا ہوتا ہے اُسے طبیعیات کی زبان میں حرارتِ نوعی کہتے ہیں ۔ اِس بناء پر حرارتِ **نوعی** کی **تعریف** حسبِ ذیل ہونی چاہئے :۔

کسی چیز کی قابلیتِ حرارت کا ، پانی کی قابلیتِ حرارت سے مقابلہ کیا جائے تو اِس مقابلہ کا حاصل **اُس چیز کی حرارتِ نوعی** ہے ۔ ریاضی کی زبان میں اِس تعریف کی شکل حسبِ ذیل ہوگی :۔

$$\text{کسی چیز کی حرارتِ نوعی} = \frac{\text{چیز کی اپنی قابلیتِ حرارت}}{\text{پانی کی قابلیتِ حرارت}}$$

اب ذرا قابلیتِ حرارت کی تعریف پر غور کرو اور دیکھو اِس سے ہم کس نتیجہ پر پہنچتے ہیں ۔ مساواتِ بالا میں قابلیتِ حرارت کی بجائے اُس کی تعریف لکھ دو تو مساواتِ مذکورہ ذیل کی شکل اختیار کرلیگی :—

کسی چیز کی حرارتِ نوعی = حرارت کی وہ مقدار جو اس چیز کے ایک گرام وزن کی تپش کو ۱° م بڑھا دیتی ہے / حرارت کی وہ مقدار جو ایک گرام پانی کی تپش کو ۱° م بڑھا دیتی ہے

اگر حرارت کی اِکائی' حرارت کی وہ مقدار ہو جو ایک گرام پانی کی تپش میں ۱° م کا اضافہ کر دیتی ہے تو ظاہر ہے کہ کسرِ بالا میں نسب نما کی قیمت ۱ حرارہ ہوگی ۔ اِس صورت میں حرارتِ نوعی اور قابلیتِ حرارت عدداً ایک ہی چیز کے دو نام ہونگے ۔ تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ حرارت کی اِکائی کے لئے ہم نے یہی تعریف قرار دی ہے ۔ اِس لئے حرارتِ نوعی اور قابلیتِ حرارت میں عدداً کوئی وجہِ امتیاز نہیں ۔ ہاں اگر زیادہ غور سے کام لیا جائے تو صرف اِتنا فرق نظر آئیگا کہ قابلیتِ حرارت کو حرارت کی اِکائیوں سے تعبیر کرتے ہیں اور حرارتِ نوعی محض ایک تناسب ہے ۔

حرارتِ نوعی کی تخمین ———— کسی چیز کی حرارتِ نوعی معلوم کرنے کے عمل کو حرارہ پیمائی کہتے ہیں ۔ اِس میں حرارت کی مقداروں سے کام پڑتا ہے اور حرارت کا اندازہ کرنے کے لئے جو اِکائی مقرر ہے اُسے حرارہ کے نام سے تعبیر کرتے ہیں ۔ اِسی بناء پر اِس مطلب کے لئے جو آلہ

استعمال ہوتا ہے اُس کا نام حرارہ پیما ہے۔ ہم اِس فصل میں جس حرارہ پیما سے کام لینگے وہ ایک پتلا سا تانبے یا چاندی کا برتن ہوگا۔

حرارتِ نوعی کا اندازہ کرنے کے کئی قاعدے ہیں جن میں اِس بات کا خیال رکھا جاتا ہے کہ حساب میں حد درجہ کی نزاکت پیدا ہو جائے۔ لیکن ہم سرِ دست تمہیں اِن اُلجھنوں میں ڈالنا نہیں چاہتے۔ اِس لئے صرف اصول بیان کر دیا جائیگا اور اُس میں تفصیل کا صرف اِس قدر لحاظ ہوگا کہ اصلی مطلب فوت نہ ہونے پائے۔

اُصول صرف اِس قدر ہے کہ جس چیز کی حرارتِ نوعی دریافت کرنا منظور ہو اُسے کسی خاص تپش تک گرم کرتے ہیں۔ پھر حرارہ پیما کے اندر معلوم وزن کا پانی لے کر اُس چیز کو اِس پانی میں ڈال دیتے ہیں اور دیکھتے ہیں کہ اِس چیز کی حرارت سے حرارہ پیما کے پانی کی تپش کس قدر بڑھ گئی ہے۔ تجربہ میں اگر اِس بات کا انتظام کر دیا جائے کہ حرارت اِرد گرد کی ہوا میں پھیلنے نہ پائے تو پھر ظاہر ہے کہ اِس چیز کا نقصانِ حرارت پانی کے کسبِ حرارت کا مساوی ہونا چاہئے۔ لیکن تم جانتے ہو کہ حرارت کا کچھ حصہ حرارہ پیما میں بھی سرایت کر جاتا ہے اور اِس کو روک دینے کے لئے کوئی صورت ممکن نہیں۔ اِس لئے حرارت کے اِس حصہ کا لحاظ بھی ضروری ہے۔

فرض کرو کہ جس چیز کی حرارتِ نوعی دریافت کرنا مطلوب

ہے اُس کی تپش گرم کرنے کے بعد ت°م ہے اور کمیت اُس
کی ك۱ گرام۔حرارہ پیما کے اندر جو پانی رکھا گیا ہے اُس کی تپش
ت۱°م ہے اور کمیت اُس کی ك گرام ہے۔جب اِس چیز کو
پانی میں ڈال دیا تو پانی کی تپش بڑھ کر ت۲°م ہوگئی۔اِس وقت
اِس چیز اور پانی کی تپش ایک حال پر ہوگی۔ اِس چیز کی حرارتِ
نوعی اگر ن ہو اور یہ مان لیا جائے کہ حرارت کے اِس ردّ و بدل
میں اِس چیز اور پانی کے سوائے کسی تیسری چیز کو کوئی دخل
نہیں تو ظاہر ہے کہ اس چیز کے وجود سے جو حرارت خارج ہوگی
وہ پانی کو گرم کرنے میں صرف ہو جائیگی۔ اب چونکہ اِس چیز
کی حرارتِ نوعی ن ہے۔یعنی جب اِس چیز کا ایک گرام وزن
۱°م ٹھنڈا ہوتا ہے تو اُس کے وجود سے حرارت کے ن حرارے
خارج ہو جاتے ہیں۔ اِس لئے جب اِس چیز کے ك۱ گرام وزن
کی تپش ۱°م گھٹیگی تو اُس کے وجود سے حرارت کے ك۱ ن
حرارے نکلینگے۔ اورجب تپش میں (ت ۔ ت۲) کی کمی واقع ہوگی
تو اُس کا نقصانِ حرارت ك۱ ن (ت ۔ ت۲) ہوگا۔
اِسی طرح، جب ایک گرام پانی کی تپش ۱°م بڑھتی ہے
تو ہماری تعریف کے رُو سے اِس پانی کا کسبِ حرارت
۱ حرارہ ہوتا ہے۔ لہٰذا جب ك گرام پانی کی تپش میں
(ت۲ ۔ ت۱) کا اضافہ ہوگا تو اِس کا کسبِ حرارت
ك (ت۲ ۔ ت۱) ہونا چاہئے۔ بناء بریں

ك۱ ن (ت ۔ ت۲) = ك (ت۲ ۔ ت۱)

لیکن یہ ظاہر ہے کہ حرارت کا کچھ حصہ حرارہ پیما میں بھی چلا جاتا ہے ۔ چنانچہ اِس کی تپش میں بھی اُسی قدر اضافہ ہوجاتا ہے جتنا کہ پانی کی تپش میں ہوتا ہے ۔ حرارہ پیما کی ساخت میں جو تانبا استعمال ہُوا ہے اگر اُس کی حرارتِ نوعی ن ہو اور اُس کی کمیت ک گرام، تو حرارت کا جو حصہ حرارہ پیما میں سرایت کر جاتا ہے اُس کی مقدار ک ن (ت٢ - ت١) ہوگی ۔ کیونکہ حرارہ پیما کی تپش دونوں حالتوں میں پانی کی تپش کے ساتھ ایک حال پر رہتی ہے ۔ لہٰذا ہماری مساواتِ بالا کی شکل حسبِ ذیل ہو جائیگی :-

ك ن (ت - ت٢) = ك (ت٢ - ت١) + ک ن (ت٢ - ت١)

اِس مساوات کی مدد سے تم ن کی قیمت معلوم کرسکتے ہو۔ حساب میں اگر زیادہ نزاکت درکار ہو تو حرارت کا جو حصہ تجربہ کے دوران میں اِدھر اُدھر پھیل جاتا ہے اُس کو بھی محسوب کرنا ہوگا ۔ لیکن اِس مطلب کے لئے جو تدبیریں عمل میں لائی جاتی ہیں اُن کا سمجھنا ابھی تمہاری بساط سے باہر ہے ۔ اِس لئے اِس پہلو کو ہم فی الحال نظر انداز کردیتے ہیں ۔

آبِ مساوی ——— اُوپر کی تقریر میں تم نے دیکھ لیا ۔ کسی چیز کی حرارتِ نوعی دریافت کرنا منظور ہو تو اُس کے لئے ہمیں حرارہ پیما کی ضرورت پڑتی ہے ۔ اور یہ ایک آلہ ہے جو مستقل طور پر ہمارے پاس موجود رہتا ہے ۔ اِس کی حرارتِ نوعی اور اِس کا وزن بار بار دریافت کرنا اِشکال سے خالی نہیں ۔ اِس لئے

یہ دونوں مقداریں اگر ایک دفعہ معلوم کر کے آئندہ کے لئے یاد رکھ لی جائیں تو بہت سا وقت بچ جاتا ہے۔

کسی چیز کی کمیت اگر ك گرام ہو اور اُس کی حرارتِ نوعی ن ہو تو تم سمجھ چکے ہو کہ اُس کی تپش کو ۱° م بڑھانے کے لئے حرارت کے ك ن حرارے درکار ہونگے۔ اب حرارتِ نوعی کی تعریف پر غور کرو تو معلوم ہوگا کہ اِسی قدر حرارت ك ن گرام پانی کی تپش کو ۱° م بڑھا سکتی ہے۔ اِس بناء پر طبیعیات کی زبان میں ك ن کو اُس چیز کا آبِ مساوی کہتے ہیں۔ یہ مقدار عدداً پانی کی اُس مقدار کے برابر ہے جس کی قابلیتِ حرارت اُس چیز کے ك گرام کی قابلیتِ حرارت کے برابر ہے۔

اب اگر حرارہ پیما کی کمیت ک گرام اور حرارتِ نوعی ن ہو تو اِس کو ہم یوں قیاس کر سکتے ہیں کہ اِس کے وجود سے پانی کی مقدار میں گویا ک ن گرام کا اضافہ ہوگیا ہے۔ اِسی بات کو نگاہ میں رکھ کر اِس مقدار کو حرارہ پیما کا آبِ مساوی کہتے ہیں ذیل کے تجربہ پر غور کرو۔ اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ حرارہ پیما کے آبِ مساوی کی تخمین کا کیا قاعدہ ہے۔

تجربہ ۲۷ ——— ایک تانبے کے حرارہ پیما کو تول کر دیکھو کہ اُس کا وزن کتنے گرام ہے۔ پھر ہوا کی تپش معلوم کر لو۔ حرارہ پیما چونکہ ہوا میں رکھا ہؤا ہے اِس لئے اُس کی تپش بھی وہی ہوگی۔ حرارہ پیما کو شیشہ کے گلاس میں کاک یا کسی اَور چیز پر رکھو جو حرارت کے لینے میں نہایت سُست ہو۔ شیشہ کا گلاس اِتنا بڑا ہونا چاہئے کہ حرارہ پیما اُس کے اندر بخوبی سما سکے

اور دونوں کی دیواروں کے درمیان فاصلہ رہے۔ اِس فاصلہ میں روئی رکھ دو۔ اِس طرح حرارہ پیما کی حرارت کے اخراج میں روک پیدا ہوجائیگی۔ اِس کے بعد پانی کی اِتنی مقدار لے کر گرم کرو کہ حرارہ پیما کو تقریباً ایک تہائی تک بھر دینے کے لئے کافی ہو۔ اِس پانی کی تپش معلوم کر لو۔ پھر اُس کو حرارہ پیما میں ڈالو اور تپش پیما سے کچھ دیر تک ہلا ہلا کر اُس کی تپش دیکھتے جاؤ۔ ٹھنڈے حرارہ پیما کو چھونے سے گرم پانی کی تپش گھٹنے لگیگی۔ اور آخر تھوڑی سی دیر کے بعد ایک حال پر آکر ٹھیر جائیگی۔ جب یہ صورت پیدا ہو جائے تو تپش لکھ لو۔ پھر حرارہ پیما اور پانی کا وزن معلوم کر لو۔ اس وزن میں سے حرارہ پیما کا وزن تفریق کر دوگے تو وہ پانی جو تم نے تجربہ میں استعمال کیا ہے اُس کا وزن معلوم ہو جائیگا۔ اِس بات کو یاد رکھو کہ حرارت کا جو حصہ اِدھر اُدھر پھیل جاتا ہے اُس کو نظر انداز کر دیا جائے تو تجربہ میں حرارت کا ردّ و بدل صِرف پانی اور حرارہ پیما کے درمیان سمجھا جائیگا۔ تجربہ کے نتائج ذیل کے طور پر لکھتے جاؤ:—

حرارہ پیما کا وزن	=
حرارہ پیما کی تپش	=
پانی کا وزن	=
پانی کی تپش	=
پانی اور حرارہ پیما کی تپشِ مشترک	=

ان اعداد کی مدد سے تم معلوم کر سکتے ہو کہ گرم پانی کے وجود سے کس قدر حرارت خارج ہوئی ہے۔ یہ سب حرارت، حرارہ پیما کے وجود میں سرایت کرگئی ہے۔ اِس حرارت کی مقدار حسبِ ذیل

ہو گی :—

گرم پانی کا وزن × تپش کا تنزل

یہ معلوم ہے کہ حرارت کی اِس مقدار نے حرارہ پیما کی تپش کو کتنے درجے بڑھا دیا ہے۔ پھر اِس سے تم دریافت کرسکتے ہو کہ حرارہ پیما کی تپش کو ۱°م بڑھانے کے لئے کتنی حرارت درکار ہے۔ عدداً یہی حرارہ پیما کا آبِ مساوی ہے۔

تجربہ ۲۸ — ٹھوس کی حرارتِ نوعی دریافت کرنے کا قاعدہ

— جس حرارہ پیما کا تم نے آبِ مساوی معلوم کیا ہے اُس کو تول کر دیکھو کہ اُس کا وزن کیا ہے۔ پھر اُس کے اندر اِتنا پانی ڈالو کہ اُس کو ایک تہائی تک بھر دے۔ اِس کے بعد دوبارہ وزن کرو اور تپش پیما سے اِس پانی کی تپش دیکھ کر کاغذ پر لکھ لو۔ پھر ۵۰ گرام کے قریب تانبے کے چھوٹے چھوٹے تار لے کر ایک امتحانی نلی میں ڈالو۔ اور اِس امتحانی نلی کو گلاس کے اندر پانی میں رکھ کر گرم کرو۔ اِس دَوران میں تپش پیما کے جوفہ کو اِس تانبے کے اندر رکھ کر اُس کی تپش معلوم کرتے رہو۔ نلی کا مُنہ رُوئی کی پُھریری سے بند کر دینا چاہیے تاکہ ہوا کی آمد و رفت کا سلسلہ سُست ہو جائے۔ جب تانبے کے ٹکڑوں کی تپش ایک خاص حد پر جا کر ٹھیر جائے تو ان ٹکڑوں کو پُھرتی اور احتیاط کے ساتھ حرارہ پیما میں پانی کے اندر ڈال دو اور تپش پیما سے پانی کو ہلاتے رہو کہ اُس کے ہر حصہ کی تپش تانبے کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آ جائے۔ جب پانی کی تپش کا بڑھنا رُک جائے تو تپش پیما کو پڑھ کر تپش بھی کاغذ پر لکھ لو۔ نتائج کی تحریر کا طریق حسبِ ذیل ہے :—

حرارہ پیما کا وزن ۔۔۔۔۔ گرام

	حرارہ پیما اور پانی کا وزن	$و_۲$ گرام
لہٰذا	پانی کا وزن	$و_۲ - و_۱$ گرام
	حرارہ پیما کا آبِ مساوی	$و_۱ ن$ جب کہ ن حرارہ پیما کے مادہ کی حرارتِ نوعی ہو
لہٰذا	پانی کا مجموعی وزن	$و_۲ - و_۱ + و_۱ ن$ گرام
	پانی کی ابتدائی تپش	$ت_۱$° م
	پانی اور تانبے کی تپشِ مشترک	ت° م
لہٰذا	پانی کی تپش کی ترقی	$ت - ت_۱$
اور	پانی کا کسبِ حرارت	$(و_۲ - و_۱ + و_۱ ن)(ت - ت_۱)$
	تانبے کا وزن	$و_۳$ گرام
	تانبے کی تپش پانی میں پڑنے سے پہلے	$ت_۲$° م
	پانی اور تانبے کی تپشِ مشترک	ت° م
لہٰذا	تانبے کا نقصانِ حرارت	$و_۳ ن (ت_۲ - ت)$ جب کہ ن تانبے کی حرارتِ نوعی ہو

اب چونکہ تانبے کا نقصانِ حرارت پانی کے کسبِ حرارت کا مساوی ہے لہٰذا تانبے کی حرارتِ نوعی معلوم کرنے کے لئے ذیل کی مساوات قائم ہوگی :ـــ

$$و_۳ ن (ت_۲ - ت) = (و_۲ - و_۱ + و_۱ ن)(ت - ت_۱)$$

$$= (و_۲ - و_۱)(ت - ت_۱) + و_۱ ن (ت - ت_۱)$$

تجربہ ۲۹ ـــــ مایعات کی حرارتِ نوعی ـــ

حرارہ پیما کو تول لو۔ پھر اِس میں تیسرے حصہ کے قریب تارپین بھر کر اِس تارپین کا

وزن بھی دریافت کرو۔ پھر اس کی تپش دیکھ لو اور معلوم تپش کا کچھ کھولتا ہؤا پانی اِس تارپین میں ڈال دو۔ تارپین اور پانی کے آمیزہ کو تپش پیما سے ہلاتے رہو اور دیکھو اِس کی تپش کس حد پر جاکر ٹھیرتی ہے۔ اِس کے بعد حرارہ پیما کو دوبارہ تولو۔ اِس سے تمہیں اُس پانی کا وزن معلوم ہوجائیگا جو تجربہ میں استعمال کیا گیا ہے۔ اب تمہارے پاس تارپین کی حرارتِ نوعی کا اندازہ کرنے کے لئے تمام ضروری مقدمات موجود ہیں۔

چند چیزوں کی حرارتِ نوعی

پارا	۰۰۳۳۔
پیتل	۰۰۹۴۔
تارپین	۰۴۶۷۔
تانبا	۰۰۹۳۔
جست	۰۰۹۴۔
زاجیہ	۰۲۱۲۔
زیتون کا تیل	۰۴۷۱۔
سیسا	۰۰۳۲۔
فولاد	۰۱۱۸۔
گلسرین	۰۵۷۶۔
گندک	۰۱۸۴۔
لوہا	۰۱۱۲۔

پانچویں فصل کی مشقیں

۱۔ ۱۰۰°م کی تپش کے ایک پونڈ پانی میں ۰°م کی تپش کا ایک پونڈ پانی ملا دیا جائے تو آمیزہ کی تپش ۵۰°م ہو جاتی ہے۔ اِس گرم پانی کی بجائے اگر ۱۰۰°م کی تپش کا تیل ملا دیا جائے تو کیا اِس صورت میں پہلی صورت سے کچھ اختلاف نظر آئیگا؟ اِس اختلاف کی تشریح کرو

۲۔ حرارتِ نوعی سے کیا مُراد ہے؟ مساوی وزن کی مختلف چیزوں کو تپش کی یکساں حدوں سے لے کر یکساں حدوں تک ٹھنڈا کیا جائے تو اُن کے وجود سے حرارت کی غیر مساوی مقداریں نکلتی ہیں۔ اِس مسئلہ کو تم کس طرح ثابت کروگے؟

۳۔ کسی جسم کی قابلیتِ حرارت سے کیا مُراد ہے؟
۵ مکعب سمر پارے کی قابلیت حرارت زیادہ ہے یا ۲ مکعب سمر پانی کی؟

پارے کی کثافت اضافی = ۱۳٫۶

پارے کی حرارتِ نوعی = ۰٫۰۳۳

۴۔ ایک تانبے کے برتن کا وزن ۱۲۵ گرام ہے۔ اس میں کثافتِ اعظم کی تپش کا ۸۰۰ گرام پانی سما جاتا ہے۔ بتاؤ اِس پانی کو نقطۂ جوش تک پہنچانے کے لئے یہ برتن کتنی حرارت کھائیگا۔ سہولت کے لئے اِس بات کو مان لو کہ اِشعاع وغیرہ سے حرارت ضائع نہیں ہوتی۔

پانی کی کثافتِ اعظم کی تپش = ۴°م

۵۔ ۱۰۰°م کی تپش کا ۹۰ گرام پارا ۲۰°م کی تپش کے ۱۰۰ گرام

پانی میں ملا دیا جائے تو آمیزہ کی تپش ۲۳ء۲۲°م ہو جاتی ہے۔ اس سے پارے کی حرارتِ نوعی معلوم کرو۔

۶۔ چاندی کی حرارتِ نوعی معلوم کرنے کے لئے اس دھات کے ایک ۲۱ء۱۰ گرام وزن کے ٹکڑے کو ۹ء۱۰۱°م کی تپش تک گرم کرکے حرارہ پیما کے اندر ۸ء۴۳ گرام پانی میں ڈال دیا تو اُس کی تپش ۱ء۱۱°م سے ۷ء۱۱°م ہوگئی۔ حرارہ پیما، تپش پیما، اور پانی کو ہلانے کی چیز، ان تینوں کا آبِ مساوی اگر ۹۱ء۲ گرام ہو تو چاندی کی حرارتِ نوعی کیا ہوگی؟

۷۔ تمہارے پاس ۱۰°م اور ۱۰۰°م تپش کے پانیوں کا ذخیرہ موجود ہو اور تم سے یہ کہا جائے کہ ان دونوں سے ۳۵°م کا ۲۰ گیلن پانی تیار کرو تو ان دونوں کو کس نسبت سے ملاؤ گے؟

۸۔ کسی بھٹی کی تپش معلوم کرنے کے لئے اُس میں ۸۰ گرام وزن کا ایک نُقریہ کا گولہ ڈال دیا۔ گولہ جب بھٹی کی تپش پر پہنچ گیا تو اُس کو جلدی سے ایک حرارہ پیما میں ڈالا۔ اِس سے پانی کی تپش ۱۵°م سے ۲۰°م ہوگئی۔ پانی کی مقدار اور حرارہ پیما کے آبِ مساوی کا مجموعہ اگر ۴۰۰ گرام ہو تو بتاؤ بھٹی کی تپش کیا ہوگی؟

نُقریہ کی حرارتِ نوعی = ۰۳۶۵ء۰

۹۔ ۱۰ پونڈ پانی اور ۱۰ پونڈ لوہا دونوں ۱۰۰°م کی تپش پر ہیں۔ اگر دونوں کو ۲۰°م کی تپش تک ٹھنڈا کردیا جائے تو کس کے وجود سے حرارت کی زیادہ مقدار حاصل ہوگی؟ جواب مفصل ہونا چاہئے۔

۱۰۔ اگر یہ معلوم کرنا ہو کہ ایک گرام تانبا ایک درجہ تپش کے تنزل میں کتنی حرارت کھو دیتا ہے تو اس کے لئے کیا قاعدہ اختیار کرنا چاہئے؟

۱۱۔ حرارت کی اکائی سے کیا مُراد ہے ؟ ۱۰۰°م تپش کا ہزار گرام پارا اگر ۰°م تپش کے ہزار گرام پانی میں ملا دیا جائے تو کیا اس کا وُہی نتیجہ ہوگا جو ۱۰۰°م تپش کے ہزار گرام پانی کو ۰°م تپش کے ہزار گرام پارے میں مِلا دینے سے متصور ہے ؟

۱۲۔ ۰°م تپش کے ۵۰ گرام پانی کو نقطۂ جوش تک پہنچانے کے لئے حرارت کی کتنی اکائیاں درکار ہیں ؟ حرارت کی اتنی ہی مقدار ۱۵°م تپش کے ایک لیتر پانی کو دے دی جائے تو اس پانی کی تپش کیا ہو جائیگی ۔

۱۳۔ کانسی کے ایک ۶۷ گرام وزن کے ٹکڑے کی تپش ۱۰۰°م تھی۔ جب اس کو ۱۶٫۵ م تپش کے ۶۵ گرام پانی میں ڈال دیا تو پانی کی تپش ۲۳٫۵°م ہوگئی ۔ اس سے کانسی کی حرارتِ نوعی معلوم کرو ۔ اور اس بات کی تشریح کرو کہ تمہارے جواب سے کیا چیز مُراد ہے ۔

چھٹی فصل

بخارات - تبخیر - جوش

اِس بات کی طرف کئی مقامات پر ہم اشارہ کر چکے ہیں کہ مادہ کے سالمات ہمیشہ اور ہر حال میں حرکت کرتے رہتے ہیں۔ حالات کے بدل دینے سے یہ حرکت کم و بیش ہوتی رہتی ہے لیکن یہ نہیں ہوسکتا کہ کسی حال میں کُلیتہً مفقود ہو جائے۔ ذیل میں ہم اِس مسئلہ کو ذرا تفصیل سے بیان کرتے ہیں۔

نظریۂ تحرک ——— تم پڑھ چکے ہو کہ مادہ تین حالتوں کے اختیار کر لینے پر قادر ہے۔ کبھی وہ ٹھوس کی حالت میں ہوتا ہے۔ کبھی مایع کی حالت میں۔ اور کبھی گیس کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ تجربہ سے اِس بات کا پتہ چلتا ہے کہ اگر تپش اور دباؤ کو کسی خاص حد تک بدل دیا جائے تو اس کے ساتھ ہی مادہ کی حالت بھی بدل جاتی ہے۔ اِس بناء پر ہم یہ نتیجہ قائم کرتے ہیں کہ مادہ کی **حالت** تپش اور دباؤ کی تابع ہے۔ چنانچہ وہ چیزیں جن کو معمولی حالت میں ہم ٹھوس، مایع یا گیس کی شکل میں دیکھتے ہیں اُن کی حالت

محض تپش اور دباؤ کی کمی بیشی سے تبدیل کی جاسکتی ہے۔ پانی ہی کی مثال لے کر دیکھ لو۔ کبھی یخ بن کر سخت پتھر کی صورت اختیار کر لیتا ہے۔ کبھی پگھل کر مایع بن جاتا ہے۔ اور کبھی بخارات بن کر ہوا کی طرح صاف اُڑ جاتا ہے۔

اِس قسم کے واقعات کی توجیہہ کے لئے یہ نظریہ قائم کیا گیا ہے کہ ہر مادّی جسم کے سالمات ہمیشہ حرکت میں رہتے ہیں۔ اب ذرا حرکت پر غور کرو۔ اِس کی تین صورتیں ہمارے تصور میں آسکتی ہیں۔ اول انتقالی حرکت ہے جس میں حرکت کرنے والا جسم بہ ہئیتِ مجموعی نقلِ مکان کرتا ہے۔ دُوسری محوری حرکت ہے جس میں حرکت کرنے والا جسم ایک محل پر قائم رہ کر اپنی ذات کے گرد چکّر کاٹتا ہے۔ تیسری اهتزازی حرکت ہے۔ اِس میں حرکت کرنے والا جسم نقلِ مکان تو کرتا ہے۔ لیکن اُس کے انتقال کا میدان محدود ہوتا ہے۔ اِس میدان کے اندر حرکت کرنے والا جسم گویا گھڑی کے رقّاص کی طرح جُھولتا رہتا ہے۔ سالمات کے وجود میں حرکت کی تینوں صورتیں ممکن ہیں۔ نظریۂ تحرک کا دعویٰ یہ ہے کہ سالمات کی حرکت تپش پر موقوف ہے۔ جب کسی جسم کی تپش بڑھتی ہے تو اُس کے سالمات کی حرکت تیز ہو جاتی ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ اِس نظریہ سے مدد لے کر مادہ کی تبدیلِ حالت کی توجیہہ سے ہم کیونکر عہدہ برآ ہوسکتے ہیں۔

کسی ٹھوس جسم پر غور کرو۔ اُس کے سالمات کس مضبوطی سے ایک دُوسرے کے ساتھ جکڑے ہوئے ہیں۔ تم چاہو کہ اس کو توڑ کر دو کردو تو اِس کے لئے بہت سی قوت درکار ہے۔ اِس خیال کو طبیعیات کی زبان میں ہم یوں ادا کرتے ہیں کہ ٹھوس جسموں کے سالمات میں قوت اتصال بہت زیادہ ہے۔ پھر ٹھوس جسموں میں ایک اور بات بھی دیکھنے میں آتی ہے۔ کسی ٹھوس جسم کو توڑ دو اور اِس کے بعد اُسے جوڑ کر پھر ایک کر دینا چاہو تو یہ نہایت مشکل ہے۔ مایعات میں یہ خاصیت نہیں۔ اِس سے ظاہر ہے کہ ٹھوس چیزوں میں سالمات کے درمیانی فاصلے بہت چھوٹے ہیں اور اِتنے چھوٹے ہیں کہ ہم کسی ٹوٹے ہوئے ٹھوس کے ٹکڑوں کو ایک دُوسرے کے قریب لاکر جوڑ دینا چاہتے ہیں تو اِس قُرب پر بھی اِن ٹکڑوں کے سالمات اِتنے دُور دُور رہتے ہیں کہ ایک دُوسرے کی گرفت میں نہیں آتے۔ اِن وجوہات کی بناء پر ہم قیاس کرسکتے ہیں کہ ٹھوس جسموں کے سالمات کے لئے انتقالی حرکت کا کوئی موقع نہیں اور اہتزازی حرکت کے لئے بھی میدان نہایت تنگ ہے۔ ہاں حرکت محوری کے لئے البتہ بہت کچھ گنجائش ہے۔ تاہم یہ نہیں کہا جاسکتا کہ انتقالی اور اہتزازی حرکت کلیتہً مفقود ہے۔ چنانچہ مشاہدہ اِس بات کو ثابت کرتا ہے کہ ٹھوس دھاتیں ایک دُوسری کے ساتھ مَس کرتی ہوئی مدت تک پڑی رہیں تو اُن کے سالمات ایک دُوسری کے اندر

نفوذ کر جاتے ہیں۔ جب تپش بڑھتی ہے تو اُس کے ساتھ ساتھ سالمات کا ہیجان بھی بڑھ جاتا ہے اور وہ تیز تیز حرکت کرنے لگتے ہیں جس کا نتیجہ یہ ہے کہ اُن کے درمیانی فاصلے بڑھتے جاتے ہیں۔ چنانچہ تم دیکھ چکے ہو کہ تپش کے ساتھ ساتھ مادّی چیزوں کا حجم بھی بڑھتا جاتا ہے۔ سالمات کی حرکت تیز ہوتے ہوتے جب ایک خاص حد سے بڑھ جاتی ہے تو اُن کے باہمی اتصال کی زنجیریں ڈھیلی ہو جاتی ہیں اور وہ ایک دُوسرے کی گرفت سے آزاد ہو کر بے محابا نقلِ مکان کرنے لگتے ہیں۔ جب یہ موقع آجاتا ہے تو جسم، مایع کی حالت میں ہوتا ہے۔

اِس سے تم ٹھوس اور مایع کا فرق سمجھ سکتے ہو۔ مایع کے سالمات، اہتزازی حرکت کے ساتھ ساتھ نقل مکان پر بھی قادر ہیں اور اُن میں کا ہر فرد مایع کے اندر اِدھر اُدھر گھوم سکتا ہے۔ لیکن اِس پر بھی مایع کے سالمات میں کچھ نہ کچھ قوتِ اتصال ضرور باقی رہتی ہے۔ اُن کے درمیانی فاصلے اتنے بڑے نہیں ہوتے کہ وہ ایک دُوسرے کی کشش سے آزاد ہو جائیں۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ اُن میں ٹکر پر ٹکر ہوتی رہتی ہے اور حرکت کے لئے کبھی راہِ مستقیم میسّر نہیں آتی۔

اب آؤ یہ دیکھیں کہ مایع پر حرارت کا کیا اثر ہوتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ جب تپش بڑھیگی تو مایع کے سالمات کی

حرکت بھی تیز ہو جائیگی اور اِس کے ساتھ ہی اُن کے درمیانی فاصلے بھی بڑھتے جائینگے۔ ذرا کسی ایک سالمہ کے واردات پر غور کرو۔ وہ مایع کے اندر حرکت کر رہا ہے۔ اور ہر طرف سے باقی سالمات اِس کو اپنی اپنی جانب کھینچ رہے ہیں۔ لیکن یہ کشش چونکہ ہر طرف سے اِس سالمہ کے وجود پر پڑ رہی ہے اِس لئے سمتوں کا تضاد اِس کے اثر کو زائل کر دیتا ہے۔ مایع کی سطح کا حال اِس سے بالکل جُداگانہ ہے۔ اُسی سالمہ کو دیکھو اور فرض کرو کہ حرکت کرتے کرتے وہ مایع کی سطح میں پہنچ گیا ہے۔ یہاں نیچے کی طرف اور تمام پہلوؤں پر اُس کے ہمجنس سالمات موجود ہیں۔ لیکن اُوپر کی سمت اِن کے وجود سے خالی ہے۔ اِس لئے اِس طرف کوئی قوت ایسی نہیں کہ اِس سالمہ کے وجود پر عمل کرے اور دُوسری طرفوں کی قوائے عاملہ کے اثر کو زائل کر دے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ اِس مقام پر سالمۂ مذکور اپنے ہمجنس سالمات کی کشش سے اپنے مایع کی طرف کھنچا رہتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اِن تمام قوتوں کے حاصل کی سمتِ عمل مایع کے مرکز کی طرف ہوگی اور اُس کا تقاضا یہ ہوگا کہ وہ سالمۂ مذکور کو سطح سے کھینچ کر پھر مایع کے اندر لے آئے۔ یہی وجہ ہے کہ ہر مایع کی سطح میں ایک قوت پائی جاتی ہے جس کا رُجحان مایع کے اندر کی طرف ہوتا ہے۔ یہی قوت مایع کا سطحی تناؤ ہے۔ لیکن تم جانتے ہو یہ سالمہ اِس مقام پر حرکت کرتا ہؤا آیا ہے اور جب کوئی مادّی جسم حرکت

کرتا ہے تو حرکت کی وجہ سے اُس کے وجود میں ایک قوت پیدا ہو جاتی ہے۔ یہ وُہی قوت ہے جس کا ہم نے معیارِ حرکت نام رکھا ہے۔ جب سالمہ حرکت کرتا ہُوا سطح میں پہنچتا ہے تو اُس کے معیارِ حرکت کا تقاضا یہ ہوتا ہے کہ سالمہ تمام بندشوں کو توڑ کر مایع کی سطح سے باہر نکل جائے۔ اِس وقت سالمہ دو قوتوں کی کش مکش میں ہے۔ اِن میں ایک اُس کا اپنا معیارِ حرکت ہے جس کے بل پر وہ چاہتا ہے کہ مایع سے آزاد ہو جائے۔ اور دُوسری قوت مایع کا سطحی تناؤ ہے۔ اِس قوت کا تقاضا یہ ہے کہ سالمہ کو لَوٹا کر پھر مایع کے اندر لے آئے اب اِن دونوں قوتوں میں سے جو غالب ہوگی سالمہ کو اُسی کا اثر قبول کرنا پڑیگا۔ اگر معیارِ حرکت غالب ہے تو سالمہ مایع کی بندشوں کو توڑ کر آزادانہ ہوا میں اُڑنے لگیگا۔ اِسی حال پر باقی سالمات کو قیاس کر لو۔ اِس عمل کو طبیعیات کی زبان میں تبخیر کہتے ہیں۔ جب کسی مایع کے تمام سالمات کی حرکت اِتنی تیز ہو جاتی ہے کہ مایع کا سطحی تناؤ اُن کو روک نہیں سکتا تو وہ سب کے سب آزاد ہوتے جاتے ہیں اور اِسی عملِ تبخیر سے تمام مایع بخارات بن کر اُڑ جاتا ہے۔ یا یوں کہو کہ گیس کی شکل اختیار کر لیتا ہے۔ تپش کے بڑھنے سے سالمات کی حرکت تیز ہو جاتی ہے۔ اور سطحی تناو گھٹ جاتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ تپش کی ترقی بہر کیف تبخیر کی معاون ہے۔

پھر اِس بناء پر مایع اور گیس میں وجہِ امتیاز کیا ہے؟

مایع کے سالمات بھی مایع کے اندر نقلِ مکان کرتے رہتے ہیں لیکن اُن کا حال یہ ہے کہ کوئی سالمہ آزادانہ حرکت نہیں کرسکتا۔ حرکت کے دَوران میں کوئی قابلِ لحاظ فاصلہ طے نہیں کرنے پاتا کہ دُوسرے سالمات اُس کا رستہ روک لیتے ہیں۔ اور ٹکر پر ٹکر ہونے لگتی ہے۔ جس کا نتیجہ یہ ہے کہ سالمہ کی سمت حرکت ہر آن بدلتی رہتی ہے۔ اور اُسے کوئی لحظہ ایسا میسّر نہیں آتا کہ ابنائے جنس کی دار و گیر سے آزادی نصیب ہو۔ ہر سالمہ ہمیشہ اپنے ہمسایوں کے زیرِ اثر رہتا ہے۔ گیسوں کا یہ حال نہیں۔ یوں تو گیسوں کے سالمات میں بھی ٹکر پر ٹکر ہوتی رہتی ہے لیکن اِن کا تخلخل یہاں تک بڑھا ہُوا ہے کہ دو ٹکروں کے درمیان ہر سالمہ کو آزادی کے لئے چھوٹا سا وقفہ مل جاتا ہے۔ اِس وقفہ میں وہ آزادانہ حرکت کرتا ہے اور بے روک راہِ مستقیم پر چلا جاتا ہے۔

اِس تقریر سے تم پر روشن ہوگیا ہوگا کہ ٹھوس، مایع یا گیس، کی شکل میں ہونا مادہ کا کوئی ذاتی خاصہ نہیں۔ چنانچہ نظریۂ تحرک کو صحیح مان کر ہم ثابت کرسکتے ہیں کہ مادہ کی تینوں حالتیں تپش کی تابع ہیں اور آگے چل کر تم کو معلوم ہوگا کہ اِس میں دباؤ کو بھی بہت کچھ دخل ہے۔

یہ نظریہ صرف قیاس ہی قیاس نہیں۔ اِس کی بناء واقعات پر رکھی گئی ہے۔ مادہ کے خواص میں اکثر اِس قسم کی باتیں دیکھنے میں آتی ہیں کہ اِس نظریہ کے بغیر اُن کی توجیہ ممکن نہیں۔ چنانچہ

ایک واقعہ تمہاری نگاہ سے بھی گزر چکا ہے۔ کسی گیس کا جسم کم کر دیا جاتا ہے تو اُس کا دباؤ بڑھ جاتا ہے اور جیسا کہ کلیۂ بائل میں تم پڑھ چکے ہو کہ اگر جسم آدھا رہ جائے بشرطیکہ گیس کی کمیت اور تپش میں فرق نہ آئے تو گیس کا دباؤ دوچند ہو جاتا ہے۔ اِسی طرح اگر گیس کی کمیت بر قرار رہے اور جسم پھیل کر دوچند ہو جائے تو گیس کا دباؤ آدھا رہ جاتا ہے۔ اب بتاؤ اِس کی توجیہ کیونکر ہوگی۔ نظریۂ تحرک اِس مسئلہ کو بخوبی حل کر دیتا ہے۔ چنانچہ اِس نظریہ کو اگر صحیح مان لیا جائے تو گیس کا دباؤ اُس کے سالمات کی ٹکروں کا نتیجہ سمجھا جائیگا۔ فرض کرو کہ تمہارے سامنے ایک بند برتن کے اندر کوئی گیس رکھی ہے۔ گیس کے سالمات بلاشبہ حرکت میں ہیں۔ اِس لئے ضرور ہے کہ وہ برتن کی دیواروں کے ساتھ ٹکراتے رہیں۔ اور جب ٹکریں ہونگی تو ظاہر ہے کہ دباؤ اِس کا لازمی نتیجہ ہونا چاہئے۔ اب فرض کرو کہ باہر سے دبا کر گیس کا جسم گھٹا دیا گیا ہے یہاں تک کہ اِس وقت اُس کا جسم آدھا رہ گیا ہے۔ جب گیس کی کمیت میں فرق نہیں آیا تو جسم کے گھٹ جانے کا نتیجہ یہ ہونا چاہئے کہ گیس کی کثافت بڑھ جائے۔ چنانچہ تم پڑھ چکے ہو کہ جب جسم گھٹ کر نصف رہ جاتا ہے تو کثافت دوچند ہو جاتی ہے۔ اور کثافت کے دوچند ہو جانے سے مُراد یہ ہے کہ اِس بند فضاء کے اندر سالمات کی تعداد فی اِکائی جسم دوچند

ہوگئی ہے۔ یعنی ہر مکعب سنٹی میٹر فضاء میں جتنے سالمات پہلے سمائے ہوئے تھے اب اُس سے دوچند سما رہے ہیں۔ اِس سے ظاہر ہے کہ برتن کی دیواروں پر فی اِکائی رقبہ جو سالمات کی ٹکّروں کی تعداد پہلے تھی اب اُس سے دوچند ہونی چاہئے۔ پھر کوئی وجہ نہیں کہ اِس حال میں گیس مذکور کا دباؤ دوچند نہ ہو جائے۔

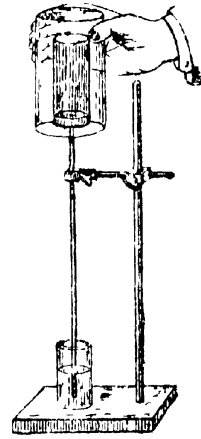
علاوہ بریں تم یہ بھی دیکھ چکے ہو کہ کسی گیس کی کمیت اور اُس کے حجم میں فرق نہ آئے، اور اُس کی تپش بڑھا دی جائے تو اُس کا دباؤ بڑھ جاتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ تپش کے بڑھنے سے سالمات کی حرکت تیز ہو جائیگی۔ تمہارے روز مرّہ کے مشاہدات تم کو بتاتے ہیں کہ جب کوئی جسم ا کسی دُوسرے جسم ب کے ساتھ ٹکراتا ہے تو اِس ٹکر سے ب کو جو صدمہ پہنچتا ہے اُس کی مقدار ا کی کمیت پر موقوف ہے۔ جس قدر ا کی کمیت زیادہ ہوگی اُسی قدر صدمہ بھی زیادہ شدید ہوگا۔ علاوہ بریں اگر ا تیز تیز حرکت کرتا ہُوا آئیگا تو اِس سے ب پر زیادہ چوٹ پڑیگی۔ اِس سے روشن ہے کہ صدمہ کی شدت ٹکرانے والے جسم کی رفتار پر بھی موقوف ہے۔ اِن مشاہدات کو سامنے رکھ کر سالمات کی کیفیت پر غور کرو۔ جب تپش کے بڑھنے سے سالمات کی حرکت کا تیز ہوجانا لازمی ہے تو پھر گیس کے دباؤ کا بڑھ جانا اِس کا بدیہی نتیجہ سمجھا جائیگا۔

اِسی طرح گیسوں کے نفوذ و انتشار سے بھی نظریۂ تحرک کی صداقت واضح ہو جاتی ہے۔ چنانچہ تجربہ سے ثابت ہے کہ تپش اور دباؤ طبعی ہوں تو ایک مکعب سنتی میتر ہوا کے وجود سے ۱۰۳۳ گرام فی مربع سنتی میتر دباؤ پڑتا ہے اور اِن ہی حالات کی تحت میں ایک مکعب سنتی میتر حمضین کا دباؤ بھی اِتنا ہی ہوتا ہے۔ لیکن حمضین کے مقابلہ میں ہوا کی کثافت چودہ گُنا ہے۔ پھر جب ایک مکعب سنتی میتر حمضین کی کمیت اپنی ہم حجم ہوا کی کمیت سے کم ہے اور دباؤ دونوں کا برابر رہتا ہے تو ضرور ہے کہ حمضین کے سالمات کی حرکت ہوا کے سالمات کی حرکت سے تیز تر ہو۔ ورنہ دباؤ کی مساوات ممکن نہیں کیونکہ کمیت اور رفتار یہی دو چیزیں ہیں جن پر دباؤ کی بناء ہو سکتی ہے۔ اہلِ فن کا تخمینہ ہے کہ تپشِ طبعی پر حمضین کے سالمات بالاوسط ۱۸۰۰ میتر فی ثانیہ کی رفتار سے حرکت کرتے ہیں اور ہوا کے سالمات کی رفتار صرف ۴۵۰ میتر فی ثانیہ ہے۔ عام طور پر اس اصول کو یوں یاد رکھو کہ کسی گیس کی کثافت جس قدر کم ہوگی اُسی قدر اُس کے سالمات کی رفتار تیز ہوگی۔

فرض کرو کہ دھات کا کوئی مکعب برتن ایک مسامدار پردہ لگا کر دو حصوں میں تقسیم کر دیا گیا ہے۔ مسامدار پردہ کا کام مٹی کے غیر مجلا برتن سے لیا جا سکتا ہے۔ اِس برتن کے ایک حصہ میں حمضین گیس اور دُوسرے میں ہوا بھر دی

جائے تو یہ دونوں چیزیں مسامدار پردہ میں سے نفوذ کرنے لگینگی۔ پھر اگر حمضین گیس میں سالمات کی تعداد فی مکعب سنتی میتر اُسی قدر ہو جس قدر ہوا کے سالمات کی تعداد فی مکعب سنتی میتر ہے تو چونکہ حمضین کے سالمات کی رفتار ہوا کے سالمات کی رفتار سے چار گُنا زیادہ ہے اِس لئے ہوا کے مقابلہ میں حمضین کے سالمات، پردہ سے چار گُنا تیزی کے ساتھ ٹکرائینگے۔ پھر کیا یہ ضروری نہیں کہ اِس گیس کے سالمات پردہ میں سے بھی چار گُنا تیزی کے ساتھ گزریں؟ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ ابتدا میں جس حصہ کے اندر ہوا تھی اُس میں گیس مذکور کے سالمات کی تعداد بڑھتی جائیگی۔ پھر کوئی وجہ نہیں کہ اِدھر گیس کے دباؤ میں بالجملہ اضافہ نہ ہوتا جائے اور دُوسرے حصہ میں دباؤ گھٹتا نہ جائے۔ اِس مسئلہ کو ہم ذیل کے تجربہ سے ثابت کرسکتے ہیں۔

تجربہ ۳۰ ——— جیسا کہ شکل ۲۵ میں دکھایا گیا ہے ایک اُستوانہ نما مسامدار برتن لو اور اُس کے مُنہ میں ربڑ کی ایک ایسی ڈاٹ لگاؤ جس میں صرف ایک سُوراخ ہو۔ اِس سُوراخ میں ایک پتلی اور لمبی شیشہ کی نلی کا سِرا داخل کرو۔ پھر اِس نلی کو اِس طرح عموداً کھڑا کرو کہ اُس کا نیچے والا سِرا گلاس کے اندر پانی میں ڈُوبا رہے۔ اِس کے بعد ایک اَور گلاس کو اُلٹ کر اُس کے اندر حمضین گیس بھر دو اور کچھ دیر تک اِس گلاس کو مسامدار برتن کے اُوپر تھامے رہو۔ نلی کے نیچے والے مُنہ سے گیس کے بُلبلے نکلنے لگینگے۔ اِس کی وجہ اِس کے

سوا کچھ نہیں کہ مسامدار برتن کے اندر گیس کا دباؤ بڑھ گیا ہے۔ اور چونکہ تپش میں کچھ فرق نہیں آیا اور حجم کے گھٹ جانے کا بھی کوئی موقع نہیں کہ اُسی کو دباؤ کی زیادتی کا موجب سمجھ لیا جائے" اس لئے ظاہر ہے کہ اِس برتن کے اندر پہلے کی بہ نسبت اب گیس کی کمیت زیادہ ہے۔ مسامدار برتن کی ہوا اُس کی دیواروں میں سے گزر کر باہر آتی ہے اور باہر سے حمضین اُس کے اندر جاتی ہے۔ لیکن حمضین کے سالمات کی رفتار ہوا کے سالمات کی رفتار سے تیز تر ہے۔ اِس لئے حمضین کے سالمات زیادہ تعداد میں اندر چلے جاتے ہیں۔ اور ہوا کے سالمات کم تعداد میں

شکل ۲۵

باہر آتے ہیں۔ اگر گلاس کے منہ میں بھی ڈاٹ لگی ہوئی ہو اور اِس ڈاٹ میں بھی ایک پتلی اور لمبی نلی لگا کر اُس کا نیچے والا سرا پانی میں ڈبو دیا جائے تو اِس نلی میں پانی اُوپر چڑھنے لگیگا۔ یہ اِس بات کی دلیل ہے۔ کہ گلاس کے اندر گیس کا دباؤ گھٹ رہا ہے۔ اگر تم یہ دیکھنا چاہو کہ مسامدار برتن میں واقعی حمضین گیس داخل ہوگئی ہے اور اُس کی ہوا کا کچھ حصہ گلاس کے اندر آ کر حمضین گیس کے ساتھ مل گیا ہے تو تجربہ کو کچھ دیر تک جاری رکھنے کے بعد دونوں برتنوں کی گیس کو جلا کر دیکھو۔ دونوں میں ایک دھماکا پیدا ہوگا جو اِس بات پر دلالت کریگا کہ اب دونوں برتنوں کے اندر حمضین اور ہوا کا آمیزہ ہے۔

تجربہ کو کچھ دیر جاری رکھنے کے بعد اگر گلاس ہٹا لیا جائے تو اِس

وقت مسامدار برتن کے اندر ہوا اور ہمضین کا آمیزہ ہوگا اور باہر
کی طرف سے صرف ہوا اُس کو گھیرے ہوئے ہوگی۔ اِس صورت میں
باہر کی ہوا برتن کے اندر نفوذ کرتی جائیگی اور اُس کے اندر کی ہوا
اور ہمضین دونوں باہر نکلنے لگینگی۔ لیکن ہمضین کے سالمات کی رفتار تیز تر
ہے۔اِس لئے یہ گیس زیادہ مقدار میں خارج ہوگی۔ اِس بنا پر برتن کے اندر دباؤ
گھٹتا جائیگا۔اور نلی میں پانی چڑھنے لگیگا۔

تبخیر اور جوش

تبخیر ——— یہ واقعہ اکثر تمہاری نگاہ سے
گزرا ہوگا کہ کسی کھلے برتن میں پانی رکھ دیا جاتا ہے تو وہ
بتدریج اُڑتا جاتا ہے۔ اِس عمل کا نام **تبخیر** ہے۔ تبخیر کچھ
پانی ہی کا خاصہ نہیں۔ یہ عمل تمام مایعات میں پایا جاتا ہے۔
ہم پہلے بیان کرچکے ہیں کہ اِس واقعہ کی توجیہ کے لئے سالمات
کا تحرک ماننا پڑتا ہے۔ اِس نظریہ کے رُو سے مایع اور گیس
میں صرف اِتنا فرق ہے کہ مایع کے سالمات زیادہ قریب قریب رہتے
ہیں۔ اِس لئے حرکت کے دوران میں ٹکر پر ٹکر کھاتے ہیں
اور اُن کو آزادانہ حرکت کے لئے رستہ نہیں ملتا۔ گیسوں کے
وجود میں یہ دُشواریاں بہت کم ہو جاتی ہیں۔ مایع کے سالمات
جب ایک دُوسرے کے ساتھ ٹکراتے ہیں تو اُن میں سے بعض
کی رفتار معمول سے زیادہ تیز ہو جاتی ہے۔ اِس قسم کے

سالمات اگر اتفاقاً سطح کے قریب پہنچ جائیں تو اُن کے لئے ذاتی معیارِ حرکت کے زور سے مایع کے وجود سے باہر نکل جانا کچھ خلافِ قیاس نہیں۔ اِس طرح وہ سالمات جو مایع کی بندشوں سے آزاد ہوتے جاتے ہیں آزادانہ ہوا میں اُڑنے لگتے ہیں۔ اِس وقت اُن کے وجود میں وہ سب خواص پائے جاتے ہیں جو گیسوں سے مخصوص ہیں اور ہم کہہ سکتے ہیں کہ مایع کے جس حصہ نے یہ شکل اختیار کر لی ہے وہ اب گیس کی حالت میں ہے۔لیکن اِس کے لئے ایک علیحدہ نام تجویز کر لیا گیا ہے۔ کسی مایع کے سالمات جب گیس کی شکل میں آ جاتے ہیں تو طبیعیات کی زبان میں اُن کو بخار کہتے ہیں۔

نظریۂ تحرک میں ہم اِس بات کی طرف بھی اشارہ کرچکے ہیں کہ تپش کی ترقی تبخیر کی معاون ہے۔ چنانچہ اِس کی وجہ ہم نے یہ بتائی تھی کہ جب تپش بڑھتی ہے تو سالمات کی حرکت تیز ہو جاتی ہے اور مایع کا سطحی تناؤ گھٹ جاتا ہے۔اب اِن مسائل کو ہم ذرا تفصیل سے بیان کرنا چاہتے ہیں۔

تمہارے سامنے کُھلے مُنہ کی پیالی میں پانی رکھا ہے۔اِس کے سالمات حرکت کر رہے ہیں۔ جن کی حرکت تیز ہے وہ پانی کی بندشوں سے آزاد ہوکر کرۂ ہوائی میں گھستے جاتے ہیں۔ کرۂ ہوائی ایک وسیع چیز ہے۔اِس لئے پانی کے وہ سالمات جو اِس کے اندر داخل ہو جائینگے اُن کے لئے لوٹ کر واپس آجانے کا موقع بہت کم ہے۔ لیکن تم جانتے ہو کہ رُوئے زمین

پر پانی کی تبخیر کا عمل کس قدر عام ہے۔ اِس کا نتیجہ یہ ہے کہ پانی کے بخارات کی کچھ نہ کچھ مقدار ہوا کے اندر ہمیشہ اور ہر جگہ موجود رہتی ہے۔ اب اگر پانی کا کوئی سالمہ بخار کی شکل میں ہوا کے اندر حرکت کرتا ہُوا تمہارے پیالی میں رکھے ہوئے پانی کی سطح سے آن ٹکرائیگا تو ممکن ہے کہ پانی کے سالمات کی کشش اُس کو کھینچ کر پھر پانی کے اندر لے آئے۔ اِس طرح تمہاری پیالی کا پانی تبخیر کے عمل سے بخارات بن کر اُڑتا جائیگا تو اس کے ساتھ ہی ہوا کے اندر جو پانی کے بخارات موجود ہیں اُن کا کچھ نہ کچھ حصہ پانی میں داخل ہو کر پھر پانی بنتا جائیگا۔ یہ دونوں عمل پہلو بہ پہلو چلے جاتے ہیں۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اگر تبخیر کا عمل تیز ہوگا تو پیالی کا پانی دم بدم گھٹتا جائیگا اور اگر خارج ہونے والے سالمات کے مقابلہ میں داخل ہونے والے سالمات کی تعداد زیادہ ہوگی تو پانی کی مقدار میں اضافہ ہوتا رہیگا۔

تجربہ ۳۱ ـــــــ ہوا میں آبی بخارات کا ثبوت ۔ گلاس میں تھوڑا سا پانی لے کر اُس کے اندر برف ڈال دو۔ اور دونوں کو کچھ دیر تک ہلاتے رہو۔ گلاس کی بیرونی سطح مرطوب ہوتی جائیگی اور کچھ دیر کے بعد پانی کے اچھے خاصے قطرے نظر آنے لگینگے۔ بتاؤ یہ پانی کہاں سے آگیا۔ گلاس کے اندر کا پانی تو باہر آ نہیں سکتا۔ یہ پانی ہوا کے اندر بخارات کی شکل میں موجود تھا۔ ٹھنڈے گلاس کو چھو کر بخارات بھی ٹھنڈے ہوگئے ہیں۔ اور اب اُنھوں نے پانی کی

شکل اختیار کر لی ہے۔

تم نے عام دیکھا ہوگا کہ گیلے کپڑے جاڑے کی بہ نسبت گرمی کے موسم میں جلدی سُوکھ جاتے ہیں۔ واقعہ یہ ہے کہ جب تپش بڑھتی ہے تو ایک طرف تو مایع کی تبخیر تیز ہو جاتی ہے اور دُوسری طرف ہوا کے اندر بخارات زیادہ مقدار میں سمانے لگتے ہیں۔ پھر تم نے یہ بھی دیکھا ہوگا کہ گرمی کے موسم میں جب برسات شروع ہو جاتی ہے تو دھوپ خواہ کتنی ہی تیز کیوں نہ ہو گیلا کپڑا بہت دیر میں سُوکھتا ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس وقت ہوا کے اندر بخارات زیادہ مقدار میں موجود ہوتے ہیں۔ اِس کا نتیجہ یہ ہے کہ ایک طرف پانی کے سالمات بخار بنتے جاتے ہیں اور دُوسری طرف ہوا کے آبی بخارات کے سالمے زیادہ مقدار میں اِس پانی کے اندر داخل ہوتے ہیں۔ یہ مسئلہ ذیل کی تقریر سے زیادہ واضح ہو جائیگا۔

تبخیر، بند فضاء میں —— اُوپر کی عبارت میں تبخیر کے متعلق جو کچھ ہم نے بیان کیا ہے اُس میں مایع کی سطح کرۂ ہوائی کو چھو رہی تھی۔ اِس حالت میں جو سالمات مایع کو چھوڑ کر بخارات بن جائینگے اُن کے لئے لوٹ کر واپس آنے کا موقع بہت کم ہے۔ اب آؤ اِس بات پر غور کریں کہ اگر تبخیر کا عمل کسی معین وسعت کی بند فضاء میں ہو رہا ہو تو اِس کا کیا نتیجہ ہونا چاہئے۔ فرض کرو کہ تمہارے سامنے

ایک کھلے منہ کی پیالی میں پانی رکھا ہے۔ اور اِس پیالی کو تم نے فضاء کے ایک محدود حصہ کے اندر کسی برتن میں بند کر دیا ہے۔ اب تمہارے سامنے ' پیالی میں پانی ہے' پانی کے اوپر ہوا ہے ' اور اِن دونوں کو برتن کی دیواریں گھیرے ہوئے ہیں۔ پانی سے جو بخارات اُٹھتے ہیں اُن کو برتن کی دیواریں اِسی بند فضاء میں روک لیتی ہیں۔ اِن حالات کو نگاہ میں رکھ کر پانی کے کسی ایک سالمہ کے واردات کو دیکھو۔ یہ سالمہ اگر تیز تیز حرکت کرتا ہؤا پانی کی سطح میں پہنچ جائیگا اور اُس کی رفتار اِتنی تیز ہوگی کہ سالمہ پانی کی سطح میں سے رستہ بنا لینے پر قادر ہوسکتا ہو تو اِس صورت میں وہ پانی کی بندشوں سے آزاد ہو جائیگا اور ہوا کے اندر آزادانہ حرکت کرنے لگیگا۔ اِس میں شک نہیں کہ اُس کو ہوا کے سالمات کے ساتھ بار بار ٹکرانا پڑیگا۔ لیکن اِس پر بھی اُس کی آزادی ہوا کے سالمات کی آزادی سے کچھ کم نہ ہوگی۔ بناء بریں اُس کے لئے ہر طرح سے اِس بات کا امکان ہے کہ اِدھر اُدھر حرکت کرتا پھرے اور اِسی آوارہ گردی میں برتن کی دیواروں سے جا ٹکرائے۔ اب اِس سے آگے رستہ بند ہے۔ اِس لئے مجبوراً اُس کو ٹکر کھا کر واپس لوٹنا پڑیگا۔ پھر وُہی محدود فضاء ہوگی اور وُہی اُس کی آوارہ گردی۔ اِسی آوارگی کے عالم میں کبھی نہ کبھی وہ پانی کی سطح کے قریب بھی آنکلیگا۔ اِس وقت اگر سالمۂ مذکور اور پانی کی سطح کا درمیانی فاصلہ اِتنا کم ہو جائے کہ پانی کے سالمات

کی کشش سالمۂ مذکور کے وجود پر بخوبی عمل کرسکے تو وہ خواہ مخواہ
پانی کی طرف کھنچا چلا آئیگا اور آخر پانی کے اندر داخل ہو کر
پھر اُن ہی بندشوں میں پھنس جائیگا۔

اب اِس قیاس کو ذرا پھیلا کر دیکھو۔ پانی کے وہ
سالمات جن کی رفتار مقابلتہً زیادہ تیز ہے پانی سے آزاد ہوکر
اُوپر کی فضاء میں گھستے جائینگے اور وہاں سے لوٹ لوٹ کر
اُن میں سے بعض پھر پانی کے اندر داخل ہوتے رہینگے۔
ابتدا میں بند فضاء کے اندر چونکہ ایسے سالمات کی تعداد کم
ہونی چاہئے اِس لئے پانی کو چھوڑنے والے سالمات زیادہ ہونگے
اور لوٹ کر آنے والے کم۔ لیکن فضائے مذکور کے اندر اِن کی
تعداد بالتدریج بڑھتی جائیگی اور آخر کچھ دیر کے بعد وہ وقت
آجائیگا کہ پانی کو چھوڑنے والے اور اُس کی طرف لوٹ کر آنے والے
سالمات کی تعداد مساوی ہوگی۔ اِس وقت دونوں کے درمیان
گویا ایک تعادل کی صورت پیدا ہو جائیگی۔ اب پانی کی تبخیر کا
عمل تو بدستور جاری رہیگا لیکن نہ پانی کی مقدار میں کچھ فرق
آئیگا نہ بخارات کی مقدار میں کچھ کمی بیشی ہوگی۔ اور بظاہر
یہی معلوم ہوگا کہ تبخیر کا عمل اب بند ہوگیا ہے۔

اب اگر پانی کی تپش بڑھا دی جائے تو تعادل پھر ٹوٹ
جائیگا اور پانی کے سالمات زیادہ تعداد میں اُس کے وجود سے
نکلنے لگینگے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہوگا کہ بند فضاء میں بخارات کی
مقدار بڑھتی جائیگی۔ اور یہ عمل اُس وقت تک جاری رہیگا کہ

پھر تعادل کی صورت قائم ہو جائے۔ پانی کی تپش بڑھانے کی بجائے اگر باہر سے کچھ پانی کے بخارات اِس بند فضاء کے اندر داخل کر دیئے جائیں تو اِس صورت میں بھی تعادل ٹوٹ جائیگا۔ پانی میں داخل ہونے والے سالمات کی تعداد زیادہ ہوگی۔ اور اُس کے وجود سے خارج ہونے والے سالمات کی تعداد کم۔ لیکن کچھ دیر کے بعد پھر دونوں کے درمیان تعادل کی صورت پیدا ہو جائیگی۔

تبخیر کا عمل ہر تپش پر جاری رہتا ہے۔ اِس میں شک نہیں کہ تپش کی ترقی سے یہ عمل تیز ہو جاتا ہے اور تپش کا تنزل تبخیر میں سُستی کا موجب ہے۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھنا چاہئے کہ کوئی تپش ایسی بھی ہے جس پر پہنچ کر یہ عمل بالکل بند ہو جائے۔ چنانچہ یخ کا ٹکڑا و برف کا گالا بھی تبخیر سے خالی نہیں رہتا۔

تمام مایعات میں تبخیر کا رُجحان مساوی نہیں ہوتا۔ مساوی تپش کے پانی اور غول کو دیکھو تو معلوم ہوگا کہ پانی کی بہ نسبت غول کی تبخیر زیادہ تیز ہے۔ اگر اِس بات کا ثبوت درکار ہو تو پیالوں میں اِن دونوں مایع چیزوں کے مساوی وزن لے کر کھلی ہوا میں رکھ دو اور ہر پندرہ بیس دقیقہ کے بعد تول کر دیکھتے جاؤ کہ اِن کے وزنوں میں کتنا کتنا فرق آگیا ہے۔

تبخیر کا نتیجہ تبرید ——— ہم پہلے بتا چکے ہیں کہ کسی جسم کو حرارت پہنچائی جاتی ہے تو اُس کے سالمات

کی حرکت تیز ہو جاتی ہے۔ اِسی حرکت کی تیزی کا نام تپش کی ترقی ہے۔ لیکن کسی جسم کے تمام سالمات کی رفتار مساوی نہیں ہوسکتی۔ اگر کسی وقت اتفاقاً چند سالمات کی رفتار مساوی ہو بھی جائے تو اِس مساوات کا دیر تک قائم رہنا ممکن نہیں۔ سالمات ایک دُوسرے کے ساتھ برابر ٹکراتے رہتے ہیں۔ پھر کوئی وجہ نہیں کہ یہ ٹکریں رفتار کی مساوات کو توڑ کر نہ رکھ دیں۔ اِس سے ظاہر ہے کہ جس چیز کو ہم مادہ کی تپش کہتے ہیں وہ حقیقت میں سالمات کے اوسطِ حرکت کا نتیجہ ہے۔ اور واقعہ یہ ہے کہ اگر سالمات کے واردات کا دیکھ لینا ممکن ہو جائے تو ہر سالمہ کی تپش جُداگانہ نظر آئیگی۔ پھر یہ بھی تم سمجھ چکے ہو کہ تبخیر کے وقت مائع کے وجود سے سب سے پہلے وہ سالمات خارج ہوتے ہیں جن کی رفتار مقابلۃً زیادہ تیز ہوتی ہے۔ جب واقعات کی صورت یہ ہو تو بلاشبہ تبرید، تبخیر کا ایک بدیہی نتیجہ ہونا چاہئے۔ کوئی مائع بخارات بن کر اُڑ رہا ہو تو اُس پر دو حالتیں طاری ہوتی ہیں۔ ایک یہ کہ تبخیر کے عمل سے اُس کا وجود دم بدم ٹھنڈا ہوتا جاتا ہے۔ دُوسرے یہ کہ اِرد گرد کی ہوا سے مائع کے وجود میں حرارت داخل ہوتی ہے۔ اِن دونوں میں سے جونسا عمل تیز ہوگا اُسی کا اثر غالب رہیگا۔ ہوا میں رکھا ہُوا مائع جب بخارات بن کر اُڑتا ہے تو عام طور پر اُس کے وجود میں اِس قدر ٹھنڈک پیدا ہو جاتی ہے کہ وہ بخوبی محسوس ہوسکتی ہے۔ چنانچہ گرمی

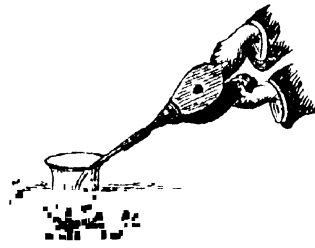
کے موسم میں مٹی کی مسامدار صُراحیوں کا پانی چلتی ہوئی ہوا میں خوب ٹھنڈا ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۳۲ ——— ایک بوتل میں پانی اور دُوسری میں ایتھر بھر کر کچھ دیر تک کمرے کے اندر رکھ دو کہ دونوں کی تپش کمرے کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آ جائے۔ اِس کے بعد کمرے کی تپش دیکھو۔ پھر ایک پیالی میں تھوڑا سا بوتل کا پانی اور دُوسری میں تھوڑا سا بوتل کا ایتھر ڈال دو۔ اور تپش پیما سے دونوں کی تپش دیکھتے رہو۔ چند دقیقوں کے بعد پانی اور ایتھر دونوں کی تپش گھٹ جائیگی۔ اور ایتھر کی تپش کا تنزل پانی کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہوگا۔

اب تھوڑا سا ایتھر اپنی ہتیلی پر ڈال کر دیکھو کہ کس قدر ٹھنڈک پیدا ہوتی ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ ایتھر میں تبخیر کا رُجحان زیادہ ہے۔ اِس لئے وہ جلد جلد بخارات بن کر اُڑنے لگتا ہے۔ گرمی کے موسم میں تم نے اکثر نہا کر دیکھا ہوگا کہ گیلے گیلے جسم پر ہوا کا جھونکا آتا ہے تو ٹھنڈک محسوس ہوتی ہے۔ لیکن یہ ٹھنڈک ایتھر کی ٹھنڈک کو نہیں پہنچتی۔

تجربہ ۳۳ ——— **تبخیر کا نتیجہ انجماد۔**
تبخیر سے ٹھنڈک پیدا ہوتی ہے تو پھر کیا اِس ٹھنڈک کو یہاں تک بڑھا لینا ممکن نہیں کہ مائع جم کر ٹھوس بن جائے؟ ہوا پمپ کے قُرص پر ایک چوڑے مُنہ کی پیالی میں پانی ڈال کر رکھ دو اور اُس کے اُوپر ایک شیشہ کا فانوس رکھ کر اُس کی ہوا خارج کرتے جاؤ۔ پانی سے جو بخارات اُٹھینگے وہ بھی ہوا کے ساتھ خارج ہوتے جائینگے اور اُن کو لوٹ کر پانی کے

اندر داخل ہونے کا موقع نہ مل سکیگا۔ اِس طرح تبخیر کا عمل برابر جاری رہیگا جس سے پانی کی تپش دم بدم گھٹتی جائیگی اور آخر چند دقیقوں کے بعد یہاں تک گھٹ جائیگی کہ پیالی میں جو پانی باقی ہے وہ جم کر یخ بننے لگیگا۔

لکڑی کا ایک خشک ٹکڑا لے کر اُس کے اُوپر پانی کے چند قطرے ڈال دو اور ایک پتلے شیشہ کے گلاس میں ایتھر ڈال کر اِس پانی کے اُوپر رکھ دو۔ پھر جیسا کہ شکل ۲۶ میں دکھایا گیا ہے ایک پُھکنی لے کر ایتھر کے اندر تیز تیز ہوا پہنچاؤ۔ اِس سے ایتھر میں تیز تیز تبخیر ہوگی اور اُس کی تپش اِس قدر گر جائیگی کہ گلاس کے نیچے رکھا ہُوا پانی یخ بن جائیگا۔

شکل ۲۶

اِن تجربوں سے تم کو معلوم ہوگیا ہوگا کہ تبخیر کے عمل سے تپش کس طرح گھٹ جاتی ہے اور اِس سے کسی مایع کو منجمد بنا لینا کیونکر ممکن ہے۔ گرمی کے موسم میں جو لوگ یخ بنا کر بیچتے ہیں وہ اِسی عمل سے فائدہ اُٹھاتے ہیں۔

جوش

تبخیر کو تم نے دیکھ لیا۔ اس میں مایع کے سالمات بالتدریج بخار کی شکل اختیار کرتے جاتے ہیں۔ اور یہ تبدیلی مایع کی سطح پر واقع ہوتی ہے۔ اس سے ظاہر ہے کہ مایع کے، تیز تیز حرکت کرنے والے، سالمات جب تک سطح پر نہیں پہنچ لیتے اُس وقت تک بہ ہیئتِ مجموعی مایع ہی کی شکل میں رہتے ہیں۔ بخار کا اطلاق اُن پر اُس وقت ہوتا ہے جب وہ مایع کی سطح کو چھوڑ کر اُوپر کی فضا میں اُڑنا شروع کر دیتے ہیں۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ اس عمل پر تپش کی ترقی کا کیا اثر ہوتا ہے۔

تم پڑھ چکے ہو کہ تپش کے بڑھ جانے سے سالمات کی رفتار تیز ہو جاتی ہے۔ اس لئے تپش کا بڑھ جانا تبخیر کا معاون ہے۔لیکن جب تپش بڑھتی جاتی ہے تو ایک مقام ایسا بھی آ جاتا ہے کہ وہاں پہنچ کر تبخیر کا عمل مایع کی سطح ہی سے مخصوص نہیں رہتا بلکہ مایع کے اندر بھی بخارات کے بُلبلے اُٹھنے لگتے ہیں۔ اس وقت تبخیر بہت تیز ہو جاتی ہے۔اور دیکھنے والے کہتے ہیں کہ **مایع جوش کھا رہا ہے**۔ جس برتن میں مایع رکھا ہے اُس کو اگر نیچے سے حرارت پہنچائی جائے تو مایع کا وہ حصہ جو برتن کے پیندے کو چھو رہا ہے اُس کی

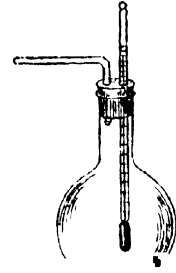
تپش ہمیشہ باقی مایع کی تپش سے کسی قدر زیادہ ہوتی ہے۔ اِس لئے بخارات کے بُلبلے پہلے پہل عموماً اِسی مقام پر بنتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔ تپش کا وہ درجہ جس پر جوش کا عمل شروع ہوتا ہے ہر مایع کے لئے جُداگانہ ہے۔

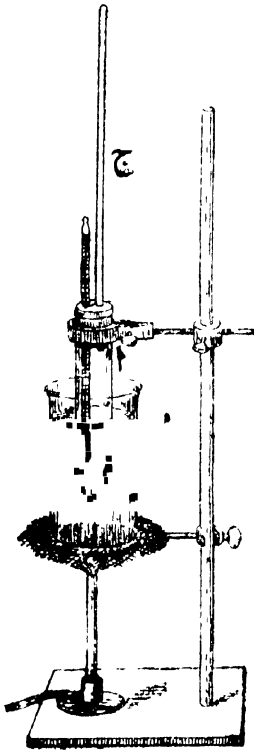
تپش کے جس درجہ پر پہنچ کر کوئی مایع جوش کھانے لگتا ہے اُسے مایع کا **نقطۂ جوش** کہتے ہیں۔

کسی مایع کے نقطۂ جوش کی تعیین میں برتن کے مادہ اور اُس کی اندرونی سطح کو بھی خفیف سا دخل ضرور ہوتا ہے۔ علاوہ بریں اُس پر کرۂ ہوائی کے دباؤ اور مایع کے خالص یا غیر خالص ہونے کا اثر بھی پڑتا ہے۔ چنانچہ یہ ثابت شدہ بات ہے کہ مایع کا نقطۂ جوش اِن باتوں کے اثر سے ہمیشہ بدلتا رہتا ہے۔ لیکن اگر کرۂ ہوائی کے دباؤ میں کچھ فرق نہ آئے تو جوش کھاتے ہوئے مایع سے جو بخارات نکل کر اُس کی سطح کے اُوپر جمع ہو جاتے ہیں اُن کی تپش ہمیشہ مستقل رہتی ہے۔ اُس پر اِن واقعات کا کچھ اثر نہیں ہوتا۔ اِس لئے جب کسی مایع کا نقطۂ جوش معلوم کرنا ہو تو تپش پیما کے جوفہ کو مایع کے اندر نہیں بلکہ اُن بخارات میں رکھنا چاہئے جو جوش کے وقت مایع کی سطح کے اُوپر جمع ہو جاتے ہیں۔ چنانچہ تپش پیما کے بیان میں بھی ہم نے اِس بات کی طرف اشارہ کر دیا تھا۔

تجربہ ۳۴ ــــــ پانی کا نقطۂ جوش ــ شکل ۲۷

شکل ۲۷

کے مطابق ایک آلہ تیار کرو۔ صُراحی کے مُنہ میں جو کاک لگا ہے اُس کے ایک سوراخ میں تپش پیما داخل کرو اور صُراحی کے اندر کچھ کشید کیا ہؤا پانی ڈال دو۔ تپش پیما کو اِس طرح ترتیب دو کہ اُس کا جوفہ پانی کی سطح سے اُوپر رہے۔ صُراحی کے پانی کو متصل ۵ دقیقہ تک کھولاتے رہو۔ اِس کے بعد تپش پیما کو دیکھو کہ کتنی تپش کا نشان دے رہا ہے۔ اِس کے ساتھ ہی بار پیما سے کرۂ ہوائی کا دباؤ بھی معلوم کرلو۔

تجربہ ۳۵ — غول کا نقطۂ جوش

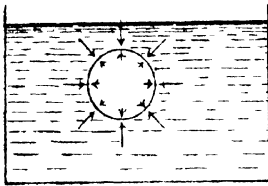
غول کا نقطۂ جوش۔ ایک بڑی سی امتحانی نلی کے مُنہ میں دو سوراخ کا کاک لگاؤ۔ ایک سوراخ میں تپش پیما (شکل ۲۸) اور دوسرے سوراخ میں ایک لمبی نلی ج داخل کر دو۔ اِس کے بعد امتحانی نلی ا میں تھوڑا سا غول ڈالو اور اِس کو سہارا دے کر پانی کے گلاس ب میں رکھو۔ اور غول کے اندر شیشہ کے چند ٹکڑے ڈال دو۔ اِس بات کا خیال رکھو کہ نلی ج کا طول کافی ہو تاکہ اُس کے اندر بخارات ٹھنڈے ہو کر پھر غول بن جائیں ورنہ مشعل کے شعلہ سے اُن میں آگ لگ جانے کا اندیشہ ہے

شکل ۲۸

اب گلاس کے پانی کو گرم کرو یہاں تک کہ غُول جوش کھانے لگے۔ جب اِس کو جوش کھاتے ہوئے چار پانچ دقیقے گزر جائیں تو بخارات میں رکھے ہوئے تپش پیما کی تپش پڑھ لو اور دیکھو تمہارے تجربہ کے وقت بارپیما کُرۂ ہوائی کا دباؤ کتنا بتا رہا ہے۔ اِس دباؤ کی تحت میں یہی غُول کا نقطۂ جوش ہے۔

دباؤ کے تغیر کا اثر نقطۂ جوش پر ــــــ

ہم پہلے لکھ چکے ہیں کہ اگر سمندر کی سطح پر کرۂ ہوائی کا دباؤ طبعی ہو تو پارے کے تیس انچ اُونچے اُستوانہ کو سہار لیتا ہے۔ بلند پہاڑ کی چوٹی پر ہوا کی کثافت کم ہوتی ہے اور بار پیما کے اُوپر ہوا کی بلندی بھی گھٹ جاتی ہے۔اِس لئے وہاں کرۂ ہوائی کا دباؤ کم ہونا چاہئے۔ پھر ضرور ہے کہ عمیق غاروں اور گہری کانوں کا حال اِس کے برعکس ہو۔ اِس لئے رُوئے زمین پر نشیب و فراز کی وجہ سے دباؤ ہر جگہ مساوی نہیں ہوتا۔ علاوہ بریں اگر کسی خاص مقام کو نگاہ میں رکھ کر دیکھا جائے تو وہاں بھی دباؤ مستقل نہیں رہتا۔ بلکہ واقعہ یہ ہے کہ مقامی اسباب اور موسم کے تغیرات ہر وقت اُس کو بدلتے رہتے ہیں۔ اگر کرۂ ہوائی کا دباؤ زیادہ ہو اور ہم کسی مایع کو جوش دینا چاہیں تو اِس مطلب کے لئے تپش کو معمول سے زیادہ بڑھانا پڑتا ہے۔ اور جب تک تپش معمول سے بڑھ کر اُس درجہ پر نہ پہنچ جائے جو اِس دباؤ کے لئے مناسب ہے اُس وقت تک مایع بخار کی شکل اختیار نہیں کرتا۔ اِس لئے کسی مایع کا **نقطۂ جوش**

معلوم کرتے وقت اِس بات کا جاننا ضروری ہے کہ تجربہ کے مقام پر کرۂ ہوائی کا دباؤ کیا ہے۔

اب آؤ یہ دیکھیں کہ دباؤ کے بڑھ جانے سے نقطۂ جوش بلند کیوں ہو جاتا ہے۔ تم جوش کے معنی سمجھ چکے ہو۔ اِس کی علامت یہ ہے کہ مایع کے اندر بخارات کے بُلبلے بننا شروع ہو جائیں اور سطح کی طرف اُٹھنے لگیں۔ جب یہ حال ہو تو کسی ایک بُلبلے کے واردات پر غور کرو کہ جب وہ سطح کے قریب پہنچ جاتا ہے تو اُس پر کیسی کیسی قوتیں عمل کرتی ہیں۔ یہ کیفیت شکل ۲۹ سے بخوبی واضح ہو جائیگی۔ مایع کی سطح پر کرۂ ہوائی کا دباؤ ہے۔ اِس کا اثر مایع کے اندر ہر طرف پہنچتا ہے۔ اِس لئے بُلبلے کے وجود پر بھی اِس کا اثر پڑتا ہے اور وہ چاہتا ہے کہ بُلبلے کو دبا کر بھینچ دے۔ علاوہ بریں بُلبلے کے وجود پر مایع کا ذاتی دباؤ بھی ہے۔ لیکن بُلبلے کے اندر جو بخارات

شکل ۲۹

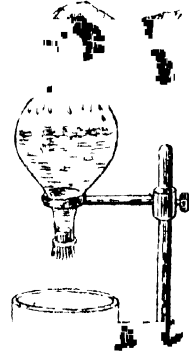
ہیں اُن کا تقاضا یہ ہے کہ پھیل کر بُلبلے کا حجم بڑھا دیں۔ اِس وقت بُلبلے پر دو قوتیں متضاد سمتوں میں عمل کرتی ہیں۔ اِس لئے بُلبلہ جب تک مایع کے اندر رہتا ہے اُس کے حجم میں کوئی قابلِ لحاظ فرق نہیں ہوتا۔ لیکن اگر کرۂ ہوائی کا دباؤ بڑھ جائے تو ظاہر ہے کہ اِن دونوں قوتوں کا تعادل ٹوٹ جائیگا اور اِس کا اثر بُلبلے کی پیدائش پر پڑیگا۔ پھر جب تک مایع کے سالمات

میں اِس بڑھے ہوئے دباؤ کا مقابلہ کرنے کے لئے کافی قوت پیدا نہ ہو جائے اُن کا بخارات کی شکل اختیار کر لینا ممکن نہیں۔ یہ قوت سالمات کی حرکت سے پیدا ہوتی ہے اور حرکت حرارت کا نتیجہ ہے۔ پھر کیا نظریۂ تحرک کے رُو سے یہ ضروری نہیں کہ کُرۂ ہوائی کا دباؤ جوش کا مزاحم ہو۔ اِس میں شک نہیں کہ جب کرۂ ہوائی کا دباؤ بڑھ جائیگا تو کسی مایع کو جوش دینے کے لئے اُس کی تپش کو معمول سے بلند تر درجہ پر پہنچانا پڑیگا۔ اور جب کرۂ ہوائی کا دباؤ کم ہوگا تو وہ معمول سے پست تر درجۂ تپش پر جوش کھانے لگیگا۔

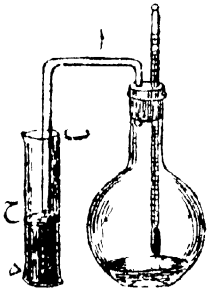
جب پانی کی سطح پر دباؤ گھٹ جاتا ہے تو وہ ۱۰۰°م سے بہت نیچے کی تپش پر کھولنے لگتا ہے۔ اِس بات کو ہم ذیل کے سادہ سے تجربہ سے ثابت کرسکتے ہیں۔ اِسی حال پر باقی مایعات کو بھی قیاس کرلو۔

تجربہ ۳۶ ــــــ گول پیندے کی صُراحی میں پانی ڈال کر اُس کو جوش دو۔ جب پانی کو جوش کھاتے ہوئے چند دقیقے گزر جائیں تو اِتنی دیر میں صُراحی کے اندر سے تمام ہوا خارج ہو جائیگی اور اُس کی جگہ پانی کی بھاپ بھر جائیگی۔ اب صُراحی کے نیچے سے مشعل ہٹا لو اور صُراحی کے مُنہ میں ایک ایسا مضبوط کاگ لگا دو کہ اُس کو بخوبی بند کرلے۔ پھر دو تین دقیقہ تک اِسی حال میں رہنے دو تاکہ صُراحی ٹھنڈی ہو جائے اور اُس کی تپش ۱۰۰°م سے نیچے اُتر آئے۔ اِس کے بعد جیساکہ شکل نمبر ۳ میں دکھایا گیا ہے صُراحی کو اُلٹ کر رکھ دو اور اِسفنج کا ٹکڑا

لے کر اُس کے پیندے پر ٹھنڈا پانی ڈالو۔ ٹھنڈے پانی کے اثر سے صُراحی کے اندر بھاپ ٹھنڈی ہوکر پانی بن جائیگی اور چونکہ باہر سے ہوا داخل نہیں ہوسکتی اِس لئے گرم پانی کی سطح پر دباؤ پہلے سے کم ہو جائیگا۔ اور پانی جوش کھانے لگیگا۔

شکل ۳۰

تجربہ ۳۷ ـــ دباؤ کے اختلاف کا اثر جوش پر۔

شکل ۳۱ کے مطابق ایک آلہ تیار کرو۔ اِس میں ا ایک شیشہ کی نلی ہے جو دو مرتبہ زاویۂ قائمہ پر مُڑی ہوئی ہے۔ ب ایک تنگ اُستوانہ ہے۔ اِس میں پارا ڈال کر صُراحی کی بھاپ پر دباؤ کم و بیش کیا جاسکتا ہے۔ نلی ا کا جو سِرا پارے کے اندر ہے اُس کو قلم کی طرح تراش دینا چاہیئے۔ اِس سے بھاپ کے خارج ہونے میں زاید رُکاوٹ پیدا نہیں ہوتی۔ صُراحی کے اندر پانی کو جوش دو اور تپش پیما کو پڑھ کر دیکھو کہ اس وقت پانی کا نقطۂ جوش کیا ہے۔

شکل ۳۱

فرض کرو کہ اُستوانہ میں پارے کی سطح ج پر ہے۔ اور پارے کے اندر نلی ا کا سِرا د پر۔ صُراحی کی بھاپ جب نلی کے مُنہ سے نکلنے لگیگی تو اُس پر کرۂ ہوائی کا دباؤ ہوگا اور اِس کے ساتھ ہی پارے کے

اُستوانہ ج د کے دباؤ کا بھی مقابلہ کرنا پڑیگا۔ اِس لئے مجموعی دباؤ معلوم کرنے کے لئے تجربہ کے وقت بار پیما کی جو بلندی ہے اُس میں پارے کے اُستوانہ ج د کی بلندی کو بھی جمع کرنا ہوگا۔ شیشہ کے اُستوانہ میں پارا ڈال کر دباؤ بڑھاتے جاؤ اور دیکھتے جاؤ کہ دباؤ کی مختلف مقداروں کے مقابل پانی کا نقطۂ جوش کیا ہے۔

اِسی طرح اِس کے بعد دباؤ کو گھٹا گھٹا کر دیکھو کہ پانی کے نقطۂ جوش پر اِس کا کیا اثر ہوتا ہے۔ اِس مطلب کے لئے د کے اندر صرف تھوڑا سا پارا رہنے دو اور صُراحی کے نیچے سے مشعل ہٹا لو۔ تھوڑی سی دیر کے بعد بھاپ ٹھنڈی ہو کر سکڑنے لگیگی جس سے پانی کی سطح پر دباؤ گھٹ جائیگا اور پارا نلی ج میں چڑھنے لگیگا۔ اِس وقت دباؤ کی مجموعی مقدار معلوم کرنے کے لئے بار پیما کی بلندی میں سے ا اور ب کے پارے کی بلندیوں کا فرق تفریق کرنا ہوگا۔ اگر سیاہی چوس کاغذ ٹھنڈے پانی سے بھگو کر صراحی کی گردن پر لپیٹ دیا جائے تو بھاپ جلدی جلدی ٹھنڈی ہوگی اور پانی تیز تیز جوش کھائیگا۔

گھلے ہوئے ٹھوس کا اثر نقطۂ جوش پر

اِس بحث سے پہلے ذیل کی حدیں نگاہ میں رکھ لو۔

جب ایک جسم دُوسرے جسم میں گھل کر اِس طرح شامل ہو جاتا ہے کہ دونوں مل کر ایک ذات بن جاتے ہیں تو اِس آمیزہ کو محلول کہتے ہیں۔ مثلاً مصری پانی میں گھول دی جاتی ہے تو ان دونوں کے وجود سے ایک آمیزہ تیار

ہوتا ہے جس کے خواص میں کسی مقام پر کوئی فرق نہیں ہوتا
یہ آمیزہ **مصری کا آبی محلول** ہے۔ مصری پانی میں
حل ہو جاتی ہے اور پانی مصری کو حل کر لیتا ہے۔

جو چیز کسی دوسری چیز کو حل کر لیتی ہے اُس کو **محلِّل**
کہتے ہیں۔ اُوپر کی مثال میں پانی محلّل ہے۔

جو چیز کسی محلّل میں حل ہو جاتی ہے اُس کا نام **مُنحل**
ہے۔ اُوپر کی مثال میں مصری کو مُنحل سمجھنا چاہئے۔

خالص محلّل کی بہ نسبت محلول کے وجود میں تبخیر کا
رُجحان کم ہوتا ہے۔ اِس لئے اگر کسی مایع کے وجود میں کوئی
ٹھوس چیز گھُلی ہوئی ہو تو اِس محلول کی تبخیر کے رُجحان کو کرۂ ہوائی
کے دباؤ کے ساتھ مساوی کرنے کے لئے محلول کی تپش
زیادہ بلند کرنی پڑتی ہے۔ یا یوں کہو کہ **محلول کا نقطۂ جوش**
خالص محلّل کے نقطۂ جوش سے بلند تر ہوتا ہے۔
تجربہ سے ثابت ہے کہ نقطۂ جوش کی زائد بلندی ایک
حد تک مُنحل کی مقدار پر موقوف ہوتی ہے۔

تجربہ ۳۸ ــــــ نمک کے محلول کا نقطۂ جوش ۔ ایک بڑی صُراحی کو تول کر اُس میں ۲۵۰ مکعب سم
پانی ڈال دو۔ پھر صُراحی اور پانی دونوں کا وزن دریافت کرو۔ اور پانی کے اند
ایک تپش پیما اِس طرح رکھو کہ اُس کا جَوفہ پانی میں ڈوبا رہے۔ اِس کے
بعد چھ جگہ پانچ پانچ گرام نمک تول لو۔ اب پانی کو گرم کر کے نقطۂ جوش
پر پہنچا دو۔ پھر اِس کھولتے ہوئے پانی کی تپش معلوم کرو۔ اور وقت دیکھ کر

اِس پانی کے اندر پانچ گرام نمک ڈال دو۔ جب دو دقیقے گزر جائیں تو کھولتے ہوئے پانی کی تپش دیکھو۔ اِس کے بعد پانچ گرام نمک اَور ڈال دو اور دو دقیقے گزر جانے پر پھر تپش دیکھو۔ اِس عمل کو اِسی طرح جاری رکھو حتیٰ کہ تمام نمک پانی میں حل ہو جائے۔ اب جتنی جلدی ہوسکے صُراحی کو ٹھنڈا کر دو تاکہ تبخیر کا عمل سُست ہو جائے اور پانی ضائع نہ ہونے پائے۔

جب صُراحی ٹھنڈی ہو جائے تو اُس کو پھر تول لو۔ یہ 'صُراحی' نمک' اور اُس پانی کا وزن ہوگا جو اِس وقت صُراحی کے اندر موجود ہے۔ اِس وزن میں سے صُراحی اور نمک کا وزن نکال دو تو باقی اِس پانی کا وزن ہے۔ ابتدا میں جو پانی صُراحی کے اندر ڈالا گیا تھا اُس کا وزن تم پہلے معلوم کر چکے ہو۔ اِن دونوں وزنوں کا مقابلہ کرکے دیکھ لو کہ بالجملہ کس قدر پانی تبخیر سے ضائع ہو گیا ہے۔

اب اگر یہ مان لیا جائے کہ تجربہ کے دَوران میں تبخیر مستقل رہتی ہے تو پانی کے اِس مجموعی نقصان سے اِس بات کا پتہ لگا لینا کچھ مشکل نہیں کہ ہر بار پانچ گرام نمک ڈالنے کے بعد جب تم تپش پیما کو پڑھتے تھے تو اُس وقت صُراحی کے اندر پانی کی کتنی مقدار موجود تھی۔ جب یہ معلوم ہو جائے تو حساب لگا کر دیکھو کہ ہر ایک حالت میں نمک کی کتنی کتنی مقدار فی صدی موجود تھی۔ اِس کے بعد نمک کی اِن مقداروں اور اِن کے مقابل کے نقاطِ جوش کو تعبیر کرنے کے لئے مربعدار کاغذ پر ایک مُنحنی تیار کرو اور بتاؤ اِس سے کن کن باتوں کا پتہ چلتا ہے۔

———(✤)———

چھٹی فصل کی مشقیں

۱۔ صُراحی میں خالص پانی ڈال کر اُسے ایک مشعل سے گرم کیا۔ اُس میں ایک تپش پیما اِس طرح رکھ دیا کہ اُس کا جوفہ پانی کی سطح سے نیچے رہے۔ اور دُوسرا اِس طرح رکھا کہ جوفہ سطح سے ذرا اُوپر رہے۔ اب اگر پانی جوش کھانے لگے تو کیا تپش کے اعتبار سے دونوں آلوں کی نشان دہی میں کچھ اختلاف ہوگا؟

ذیل کی صورتوں میں دونوں آلوں پر کیا اثر ہوگا:—

(ا) صُراحی کے نیچے ایک اَور مشعل رکھ دی جائے۔

(ب) صُراحی میں کچھ کھانے کا نمک ڈال دیا جائے۔

۲۔ گرمی زیادہ ہو، ہوا تیز چل رہی ہو اور سڑک پر چھڑکاؤ کر دیا جائے تو سڑک جلدی خشک ہو جاتی ہے۔ اور اگر ہوا مرطوب اور ساکن ہو تو دیر میں خشک ہوتی ہے۔ اِس کی کیا وجہ ہے؟

۳۔ کسی مایع کے نقطۂ جوش سے کیا مُراد ہے؟ جوش اور تبخیر کا امتیاز بیان کرو۔ مایع کے جوش کھانے کے لئے کون کون سے شرائط ضروری ہیں۔

۴۔ ایک تنگ مُنہ کی صُراحی اور ایک چوڑی پیالی میں ایتھر ڈال کر دونوں میز پر پہلو بہ پہلو رکھ دی جائیں تو کیا دونوں میں ایتھر کی تپش یکساں رہیگی؟ اگر یکساں نہ رہے تو تمہاری رائے میں اِس اختلاف کی کیا توجیہ ہوگی؟

۵۔ پنکھا چل رہا ہو تو چہرہ کو سردی کیوں محسوس ہوتی ہے؟ کیا ہوا کی خشکی یا مرطوبیت کو بھی اِس میں کچھ دخل ہے؟

۶۔ رکابی میں پانی ڈال کر ہم نے کھڑکی میں رکھ دیا ہے کہ بخار بن کر اُڑ جائے۔ مفصل بیان کرو کہ کرۂ ہوائی کی کون سی حالتیں تبخیر کی معاون ہونگی اور کن حالتوں میں تبخیر کا عمل سُست رہیگا؟

۷۔ مفصل بیان کرو کہ ذیل کی صورتوں میں اِنجن سے نکلتی ہوئی بھاپ کا کیا حال ہوگا:۔

(ا) مطلع صاف ہوا خشک اور موسم گرم ہے۔

(ب) ہوا مرطوب ہے۔

۸۔ تپش پیما کے جوف پر گیلا کپڑا چڑھا دیا جائے تو تپش پیما پر اس کا کیا اثر پڑیگا؟ کپڑے کو پانی کی بجائے ذیل کی چیزوں سے تر کر دیا جائے تو اِس کا کیا نتیجہ ہوگا؟ ہر نتیجہ کی توجیہ بیان کرو۔

(ا) ایتھر۔

(ب) سرسوں کا تیل۔

ساتویں فصل

بخارات کا دباؤ

اِس فصل میں آؤ یہ دیکھیں کہ بند فضاء کے اندر بخارات پر کیا گزرتی ہے۔ اور فضاء کو محدود کر دینے سے تبخیر پر کیا اثر پڑتا ہے۔

یہ ظاہر ہے کہ مایع بند مکان کے اندر رکھا ہو تو اُس کے سالمات چھوٹ چھوٹ کر دُور نہیں جا سکتے۔ اِدھر اُدھر بند فضاء کی دیواروں سے ٹکراتے پھرتے ہیں۔ پھر اِسی آوارگی کے عالم میں کبھی مایع کی سطح سے بھی آن ٹکراتے ہیں اور ہمجنس سالمات کی کشش پھر اُن کو مایع کے اندر کھینچ لیتی ہے ابتدا میں مایع کو چھوڑنے والے سالمات کی تعداد زیادہ ہوتی ہے اور لوٹ کر واپس آنے والے سالمات کی تعداد کم۔ لیکن یہ حالت زیادہ دیر تک قائم نہیں رہتی۔ کچھ عرصہ کے بعد جتنے سالمات فی ثانیہ مایع سے باہر نکلتے ہیں اُتنے ہی فی ثانیہ لوٹ کر واپس آنے لگتے ہیں۔ اِس وقت مایع کی تبخیر اور اُس کے بخارات

کی بستگی میں تعادل پیدا ہو جاتا ہے۔ جب یہ حال ہو تو کہتے ہیں کہ مایع کے اوپر کی فضاء اس کے بخارات سے **سیر** ہو چکی۔ کبھی اس خیال کو اس طرح بھی ادا کرتے ہیں کہ بخارات اب **سیر شدہ بخارات** ہیں۔ لیکن اس بات کو بھولنا نہ چاہئے کہ مراد حقیقت میں وہی فضاء کی **سیری** ہے۔ جب فضاء بخارات سے سیر ہو جائے تو ظاہر ہے کہ اس وقت اس کے اندر بخارات کی مقدار اس کی **تپش** کے اعتبار سے **قیمتِ اعظم** پر ہوگی۔ اس لئے ان کا دباؤ بھی اپنی **قیمتِ اعظم** پر پہنچ جائیگا۔ اس میں شک نہیں کہ اگر تپش بڑھ جائیگی تو اتنی فضاء کی سیری کے لئے بخارات کی زیادہ مقدار درکار ہوگی۔ لیکن جب تک تپش مستقل رہتی ہے بخارات کی مقدار میں فرق نہیں آسکتا اور ان کا دباؤ بھی ایک حال پر قائم رہتا ہے۔

سیری کے وقت بخارات کے وجود سے مایع کی سطح پر فی مربع سنتی میتر جو دباؤ پڑتا ہے اس کو **مایع کے بخارات کا اعظم دباؤ** کہتے ہیں۔ یہ دباؤ اس کے ہم پلہ پارے کے اُستوانہ کی بلندی سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ مثلاً جب ہم یہ کہتے ہیں کہ ۱۵° م پر پانی کے **بخارات کا اعظم دباؤ** ۱۲٫۶۷ ہے تو اس سے مطلب یہ ہوتا ہے کہ ۱۵° م پر پانی

کے بخارات کا دباؤ اتنا ہے جتنا کہ پارے کے ۱۲۱۷
ملی میٹر اونچے استوانہ کا دباؤ فی مربع سنتی میٹر
ہونا چاہیئے۔

تپش کے بڑھنے سے بخارات کا دباؤ بڑھ جاتا ہے ——— جب مایع کی تپش بڑھتی ہے تو اس کے وجود سے سالمات جلدی جلدی خارج ہونے لگتے ہیں۔ اس لئے بلند تپش پر جب مایع کی تبخیر اور بخارات کی بستگی میں تعادل پیدا ہوگا تو ضروری ہے کہ اس حالت میں بند فضاء کے اندر جو سالمات بخار کی حالت میں ہیں ان کی تعداد مقابلۃً زیادہ ہو۔ پھر چونکہ بند فضاء کی وسعت ایک حال پر قائم ہے اس لئے کوئی وجہ نہیں کہ سالمات کی تعداد کے بڑھ جانے سے بخار کے دباؤ میں اضافہ نہ ہو جائے۔ علاوہ بریں تپش کے بڑھ جانے سے سالمات کی رفتار بھی تیز ہو جاتی ہے اور رفتار کی تیزی بھی دباؤ کی زیادتی کا موجب ہے۔

سیری کے وقت بخار کے دباؤ اور اس کی کثافت پر بخار کے حجم کا کوئی اثر نہیں ہوتا ——— فرض کرو کہ بند فضاء کی

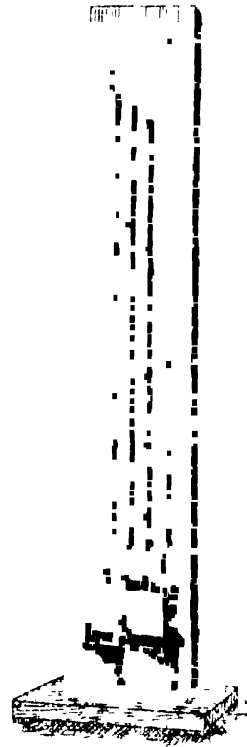
وسعت کسی سبب سے اچانک کم ہوگئی ہے۔ اِس صورت میں بند فضاء کے اندر بخار کے سالمات کی تعداد فی مکعب سنتی میتر زیادہ ہو جائیگی۔ اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ تبخیر کے عمل سے جتنے سالمات مایع کے وجود سے نکل رہے ہیں اُن کی بہ نسبت لوٹ کر آنے والے سالمات کی تعداد بڑھ جائیگی۔ اِس طرح بخار کا زائد حصہ بالتدریج بستگی میں آکر مایع کی شکل اختیار کرتا جائیگا اور بند فضاء کے اندر بخار کے سالمات کی تعداد گھٹتی جائیگی۔ جب تک کہ مایع کی تبخیر اور بخار کی بستگی میں تعادل کی صورت پیدا نہ ہو جائے بخار کی بستگی کا عمل برابر جاری رہیگا۔ پھر جب تعادل پیدا ہو جائیگا تو اُس وقت بند فضاء کے اندر بخار کے سالمات کی تعداد فی مکعب سنتی میتر وُہی ہوگی جو اِس سے پہلے تھی۔ اِسی طرح اگر بند فضاء کی وسعت بڑھ جائے تو واقعات کی صورت اِس کے برعکس ہوگی۔ پھر فضاء کی وسعت کے گھٹ جانے یا بڑھ جانے سے بخار کی کثافت اور اُس کے دباؤ میں فرق آ جانا کیا معنی؟

اِس تقریر سے یہ گمان ہوسکتا ہے کہ اِس مقام پر بخارات اور گیسوں میں اختلاف پیدا ہو جاتا ہے۔ چنانچہ گیسوں کے باب میں تم پڑھ چکے ہو کہ اگر گیسوں کو دباکر اُن کا حجم کم کر دیا جائے تو اُن کی کثافت اور اُن کا دباؤ دونوں چیزیں بڑھ جاتی ہیں۔ لیکن غور سے دیکھو تو حقیقت میں یہ کوئی اختلاف نہیں۔ جو کچھ نظر آتا ہے صرف حالات کے اختلاف کا نتیجہ ہے۔ جن چیزوں کو ہم گیس کہتے ہیں اگر اُن کو بھی اپنے مایع کی سطح سے

چھوتا ہؤا رکھیں تو اُن کا بھی یہی حال ہوگا۔ اُوپر کی تقریر میں جو ہم نے یہ بیان کیا ہے کہ سیر شدہ بخارات کے دباؤ پر حجم کی کمی بیشی کا اثر نہیں پڑتا اُس میں اِس بات کا خیال رکھنا چاہئے کہ دباؤ کی **مجموعی مقدار مقصود نہیں**۔ صرف دباؤ **فی مربع سنتی میتر** مُراد ہے۔ دباؤ کی مجموعی مقدار بلاشبہ بدل جاتی ہے۔ کیونکہ بند فضاء کا حجم اب وہ نہیں جو پہلے تھا اور اُس کے اندر سالمات کی تعداد فی مکعب سنتی میتر وُہی ہے۔

سیر شدہ بخار کے دباؤ اور اُس کی کثافت پر ہوا کی موجودگی کا کچھ اثر نہیں ہوتا۔ تبخیر کا عمل بند فضاء میں ہو رہا ہو تو اُس وقت صرف دو چیزوں کو توجہ کے قابل سمجھنا چاہئے۔ ایک مایع کی تبخیر اور دُوسرے اُس کے بخارات کی بستگی۔ سیری کے لئے صرف اِن ہی دونوں چیزوں کے تعادل کی ضرورت ہے۔ تبخیر کی حقیقت پر غور کرو۔ مایع کی سطح کے اُوپر ہوا ہو یا خلاء بخار کی مقدار دونوں صورتوں میں مساوی رہیگی۔ کیونکہ یہ ظاہر ہے کہ جب تک لَوٹ کر آنے والے سالمات کی تعداد فی ثانیہ اُتنی ہی نہ ہو جائے جتنی کہ مایع سے خارج ہونے والے سالمات کی تعداد فی ثانیہ ہے اُس وقت تک مایع بخارات بن کر اُڑتا رہیگا اور اُس کی مقدار گھٹتی جائیگی۔ لَوٹ کر آنے والے سالمات کی تعداد فی ثانیہ صرف اِس بات پر موقوف ہے کہ فضاء میں فی مکعب سنتی میتر کتنے سالمات موجود ہیں۔ کسی اَور چیز کو اِس میں کچھ دخل نہیں۔ اِس بناء پر ہوا کی

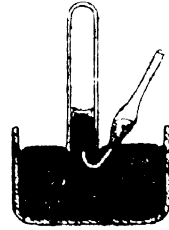
موجودگی کا اثر صرف اِس قدر ہو سکتا ہے کہ بخار کے سالمات ہوا کے سالمات سے ٹکرائیں اور تعادل کے پیدا ہونے میں دیر ہو جائے۔ جب اِس قسم کی ٹکریں ہونگی تو ظاہر ہے کہ بخار کے انتشار میں روک پیدا ہو جائیگی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ بند فضاء کی دیواروں تک پہنچنے میں بخار کے سالمات کا زیادہ وقت صرف ہوگا اور سیری کے لئے ضروری ہے کہ بند فضاء کے ہر مقام پر بخار کی کثافت ایک حال پر آجائے۔

سیر شدہ بخارات کے متعلق جو کچھ ہم نے بیان کیا ہے اُس کے ہر نکتہ کی صداقت باربیما کی نلیوں سے جانچی جاسکتی ہے۔ شکل ۱۲۲ پر غور کرو۔ اِس میں باربیما کی چار نلیوں کی تصویر ہے۔ جو نلی بائیں ہاتھ پر ہے اُس کے اندر صرف پارا ہے اور پارے کے اُوپر خلا۔ یہ نلی باربیما کا کام دیتی ہے۔ باقی تینوں میں بائیں سے شروع کرکے بالترتیب پانی غول اور ایتھر داخل کر دیا گیا ہے۔ یہ چیزیں پارے کے اُوپر خلا میں جاکر بخارات بن گئی ہیں اور اُن کے دباؤ نے پارے کے اُستوانوں کو نیچے دبا دیا ہے۔ پانی کے بخارات کا دباؤ سب سے کم ہے۔

شکل ۱۲۲

غول کا اِس سے زیادہ ۔ اور ایتھر کا دونوں سے بڑھا ہُوا ہے۔ پارے کے اُستوانے جتنے جتنے نیچے دب گئے ہیں وُہی اِن تینوں کے اپنے اپنے سیر شدہ بخارات کے دباؤ کی مقدار ہے۔ اِس سے ثابت ہے کہ ہر مایع کے بخار کا دباؤ اُس کی **نوعیت** پر موقوف ہے۔ ہمارے تجربہ میں اِن تینوں مایع چیزوں کی نوعیت کے علاوہ اگر کوئی اور چیز دباؤ میں فرق پیدا کر سکتی ہے تو وہ تپش کی نابرابری ہے۔ لیکن ہماری نلیاں سب ہوا میں رکھی ہوئی ہیں اور اُن کے حالات میں باہم کوئی فرق نہیں اِس لئے دباؤ کے اختلاف کو محض مادہ کے **اختلافِ نوعیت** کا نتیجہ سمجھنا چاہئے۔

اِس تجربہ میں نلی کے اندر ہر مایع کی اِتنی مقدار داخل کرنی چاہئے کہ پارے کے اُوپر جو خلا ہے وہ مایع کے بخار سے سیر ہو جائے اور تھوڑا سا مایع باقی بچ رہے۔ یہ نہ ہوگا تو پھر سیری کی تصدیق کے لئے دُوسری کوئی علامت نہیں۔ نلیوں کے اندر مایعات اور اُن کے بخارات کو گرم کر دیا جائے تو بخارات کا دباؤ بڑھ جائیگا اور پارا دب کر نیچے اُتر آئیگا۔ اِن نلیوں کے مُنہ جس برتن میں رکھے ہیں اگر اُس کے پارے کی سطح پر کرۂ ہوائی کا دباؤ زیادہ ہو جائے تو ظاہر ہے کہ ہر نلی کے اندر پارے کا اُستوانہ زیادہ بلند ہو جائیگا۔ اور اُس کے اُوپر جو فضاء ہے اُس کی وسعت گھٹ جائیگی۔ نتیجہ اِس کا یہ ہوگا کہ بخارات کا ایک حصہ جم کر مایع کی شکل اختیار کریگا۔ اگر کرۂ ہوائی کا دباؤ کم ہو جائے تو واقعہ کی صورت اس کے برعکس ہوگی۔ یعنی نلی میں پارے کے اُوپر جو فضاء ہے

اُس کی وسعت بڑھ جائیگی اور اُس کے اندر جو زائد مایع پڑا ہے
اُس کا ایک حصہ بخار بن جائیگا۔

تجربہ ۳۹ ـــــ بخار کا دباؤ۔ دو بارپیما کی
نلیاں لے کر اُن کو اندر سے صاف اور خشک کر لو۔ پھر دونوں کو بارپیما بناکر
کھڑا کرو۔ لیکن اِس بات کا خیال رہے کہ پارا صاف اور خشک ہو ورنہ نتیجہ
غلط ہو جائیگا۔ دونوں نلیوں میں پارے کے اُستوانوں کی جو بلندی ہے اُس کو
ناپ لو۔ اِس کے بعد مُڑے ہوئے مُنہ کا نالچہ (شکل ۳۳) لے کر اُس کی مدد سے ایک
نلی کے اندر پانی کے دو قطرے داخل کرو اور دُوسری کے اندر ایتھر
کے دو قطرے۔ پانی اور ایتھر خلا میں پہنچتے ہی بخار بن کر اُڑ جائینگے اور مایع
کی صورت میں اُن کا کوئی نشان باقی نہ رہیگا۔ اِن بخاروں
کے وجود سے پارے کی سطحوں پر دباؤ پڑیگا اور اُس کے
اُستوانے کسی قدر نیچے اُتر آئینگے۔ اِن اُستوانوں کی بلندی
ناپ لو اور اِس بات کو یاد رکھو کہ اُوپر کی فضاء ابھی
بخارات سے سیر نہیں ہوئی۔

شکل ۳۳

تھوڑا سا پانی اور تھوڑا سا
ایتھر نلیوں کے اندر اَور داخل کرو اور دیکھو اب نلیوں میں پارے کی بلندی
کیا ہے۔ اِس عمل کا اعادہ اُس وقت تک جاری رکھو کہ ذرا ذرا سا مایع پارے
کے اُوپر زائد بچا رہے۔ جب یہ صورت ہوگی تو دونوں نلیوں میں پارے کے
اُوپر کی فضاء بخارات سے سیر ہو چکیگی۔ اب ابتدا سے لے کر سیری کے وقت
تک بخارات کے دباؤ کی مقداریں تمھاری نگاہ کے سامنے ہیں۔ اِن پر غور کرو
تو معلوم ہوگا کہ جب تک فضاء کو سیری نہ ہوئی تھی اُس وقت تک دباؤ کا یہ
عالم تھا کہ جوں جوں بخارات کی مقدار بڑھتی تھی اُن کا دباؤ بھی بڑھتا جاتا تھا۔ لیکن

سیری پر پہنچ کر یہ سلسلہ بند ہو گیا ہے۔ جب تک تپش ایک حال پر قائم رہے اس دباؤ میں کچھ فرق نہیں آسکتا۔ پارے کے استوانوں کی بلندی ناپ لو اور کمرے کی تپش دیکھ لو۔ دونوں نلیوں میں شروع سے لے کر اخیر تک پارے کی بلندیوں میں جو کمی واقع ہوئی ہے وہی تپش مذکور پر ان مایع چیزوں کے سیر شدہ بخار کا دباؤ ہے۔

دونوں نلیوں میں جہاں مایع اور بخار کا محل ہے ان حصوں پر مشعل کے شعلہ کو اوپر، نیچے جلدی جلدی حرکت دے کر نلیوں کو گرم کرو۔ دیکھو بخارات کا دباؤ کس طرح بڑھتا جاتا ہے۔

دونوں نلیوں کے منہ انگوٹھے سے بند کرکے پارے سے بھرے ہوئے گہرے برتن میں لے جاؤ اور ان کو اس قدر نیچے دباؤ کہ دور تک پارے میں ڈوب جائیں۔ پارے کی سطح کے اوپر باریما کی نلی میں جو فضا ہے اس کی وسعت گھٹ جائیگی اور بخارات کا کچھ حصہ بستگی میں آکر مایع کی شکل اختیار کر لیگا۔ لیکن برتن کے پارے کی سطح سے لے کر نلی کے پارے کی سطح تک جو پارے کے استوانہ کی بلندی ہے وہ وہی ہوگی جو پہلے تھی۔ اس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ سیر شدہ بخارات کے دباؤ پر حجم کی کمی بیشی کا کوئی اثر نہیں۔

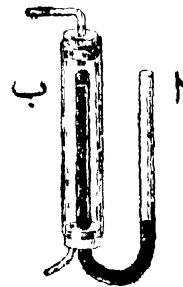
تجربہ ۸۶ ـــــــ بخار کے دباؤ کی آزادی۔ باریما کی نلی میں پارے کے اوپر جو خلا رہ جاتا ہے اس میں تھوڑی سی ہوا داخل کر دو اور دیکھو اس کے بعد پارے کا استوانہ کتنا بلند رہتا ہے۔ اب نلی میں تھوڑا سا ایتھر داخل کرو۔ ایتھر پارے کے اوپر پہنچ کر بخار

بن جائیگا اور اُس کے دباؤ سے پارا نیچے اُترنے لگیگا۔ لیکن پچھلے تجربہ میں
جو ایتھر کا حال تم نے دیکھا ہے اُس سے مقابلہ کرو تو معلوم ہوگا کہ اِس
صورت میں نیچے اُترنے میں پارے کی رفتار سُست ہے۔ جب پارے
کے اُوپر کی فضا ایتھر کے بخار سے سیر ہو جائے تو پارے کی بلندی دیکھ لو اور اِس
سے تحقیق کرو کہ بخار کے دباؤ پر ہوا کی موجودگی کا کوئی اثر نہیں۔

تجربہ ۱۴۱ — نقطۂ جوش پر مایع کے بخار کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ کا مساوی ہوتا ہے۔

جیسا کہ شکل ۳۴ میں دکھایا گیا ہے ایک لا نما نلی لو جس کی ساقیں طول
میں ۳۰ سم کے قریب ہوں اور ایک ساق کا مُنہ بند ہو۔ بند منہ کی
ساق کو شیشہ کی ایک چوڑی نلی ب میں رکھ دو۔ اِس نلی میں پہلے کاگ
لگا دینے چاہئیں۔ شکل کو دیکھو۔ اُوپر کے کاگ میں ایک
سُوراخ ہے جس میں شیشہ کی نلی داخل کر دی گئی ہے۔
اِس نلی کے ذریعہ ب میں بھاپ داخل ہوگی۔ نیچے والا
کاگ لا نما نلی کو سنبھالے ہوئے ہے۔ اِس کاگ میں
ایک اور سُوراخ بھی ہے۔ اس سُوراخ میں بھاپ
کو باہر نکالنے کے لئے ایک شیشہ کی نلی لگا دی
گئی ہے۔

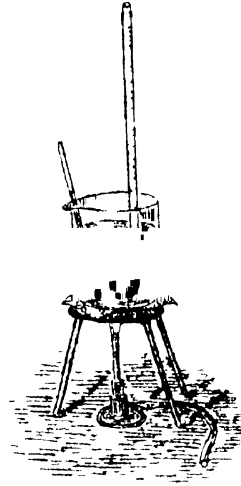
ب ا

شکل ۳۴

لا نما نلی کو ا تک کُلیتہً صاف خشک پارے سے بھرو۔ اس کے
بعد کُھلے مُنہ کو انگوٹھے سے بند کر کے نلی کو اس طرح حرکت دو کہ ا کی ہوا
نلی کے بند سرے میں چلی جائے۔ اِس کے بعد پھر لوٹا کر اِس ہوا کو واپس
لے آؤ۔ پارے کے اندر نلی میں ڈالتے وقت جو ہوا کے ذرا ذرا سے بُلبلے

رہ جاتے ہیں اُن کو یہ ہوا اپنے ساتھ سمیٹ لائیگی۔ جب اِس طرف سے اطمینان ہو جائے تو ۱ پر جو نلی کا تھوڑا سا حصہ خالی پڑا ہے اُس میں، کشید کئے ہوئے اور تازہ کھولائے ہوئے، پانی کے چند قطرے ڈال دو اور اِس بات کا خیال رکھو کہ نلی کے اندر اِس مقام پر اب ہوا کے لئے گنجائش باقی نہ رہے۔ اِس کے بعد نلی کا مُنہ انگوٹھے سے اِس احتیاط کے ساتھ بند کر لو کہ پانی کی سطح اور انگوٹھے کے درمیان ہوا کا کوئی نشان نہ رہنے پائے۔ پھر نلی کو اِس طرح حرکت دو کہ پانی اُس کے بند سرے میں چلا جائے۔ اب نلی کو سیدھا کھڑا کر دو اور تنگ نالچہ لے کر اُس کی مدد سے کھُلے مُنہ کی ساق میں سے پارا نکالتے جاؤ اور یہاں تک نکالو کہ اُس کی سطح موڑ کے قریب پہنچ جائے۔ اِس کے بعد چوڑی نلی میں سے بھاپ گزارنا شروع کرو اور دیکھتے جاؤ کہ پانی کے بخار کا دباؤ پارے کو کس انداز سے دباتا ہے۔ جب لا نما نلی کے اندر پانی کے بخارات کی تپش بھاپ کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آجائیگی تو یہی تپش کا وہ نقطہ ہے جس کو پانی کا **نقطۂ جوش** کہتے ہیں۔ اِس وقت تم دیکھوگے کہ **لا نما نلی کی دونوں ساقوں میں پارے کی بلندی مساوی** ہے۔ یہ اِس بات کا نتیجہ ہے کہ نلی کے اندر بخارات کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے ساتھ تعادل میں ہے۔

تجربہ ۴۲ — بخار کے دباؤ سے نقطۂ جوش دریافت کرنے کا قاعدہ۔ تنگ سُوراخ کی ایک لا نما نلی لو (شکل ۳۵)۔ نلی کی بند ساق کا طول ۱۰ سم سے کم نہ ہونا چاہئے۔ اِس نلی میں تجربۂ بالا کے قاعدہ سے پارا اور غُول داخل کرو۔ پھر اس کو سہارا دے کر

گلاس میں پانی کے اندر رکھ دو اور پانی کو گرم کرنا شروع کرو۔ اِس بات کا خیال رکھو کہ نل کی بند ساق پانی کے اندر ڈوبی رہے۔ تجربہ کے دوران میں پانی کو ہلاتے رہو۔ اِس سے پانی کے ہر حصہ کی تپش ایک حال پر رہیگی۔ جب لا نما نل کی دونوں ساقوں میں پارے کی بلندی مساوی ہو جائے تو پانی کی تپش دیکھ لو۔ یہی غول کا نقطۂ جوش ہے۔

شکل ۳۵

کسی مایع کی صرف تھوڑی سی مقدار میسّر آسکتی ہو تو اُس کا نقطۂ جوش معلوم کرنے کے لئے یہ قاعدہ نہایت مفید ہے۔ تجربہ ۴۲ میں غول کا نقطۂ جوش معلوم کرنے کے لئے ہم نے پن جنتر استعمال کیا ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ پانی کا نقطۂ جوش غول کے نقطۂ جوش سے بلند تر ہے۔ اگر غول کی بجائے کوئی ایسا مایع ہوتا جس کا نقطۂ جوش پانی کے نقطۂ جوش سے بلند تر ہے تو پن جنتر بیکار تھا۔ ایسی صورتوں میں پانی کی بجائے کسی اور مایع کا جنتر استعمال کرنا چاہئے۔

ساتویں فصل کی مشقیں

۱۔ دو سیمابی بار پیما تیار رکھے ہیں۔ اِن میں سے ایک کی نلی کے اندرونی پہلو پانی سے بھیگے ہوئے ہوں تو کیا دونوں آلوں میں پارے کے اُستوانوں کی بلندی یکساں ہوگی؟ اگر کمرے کی تپش ۷۱°م ہو تو دونوں کی بلندیوں میں کیا فرق ہوگا؟

۲۔ ۱۰ × ۱۰ × ۵ میٹر کے بند کمرے کی تپش ۲۰°م ہو تو اُس کی ہوا کو سیر کرنے کے لئے کتنے وزن کا پانی درکار ہوگا؟

۳۔ دو سادہ بار پیما ایک ہی برتن کے پارے میں رکھے ہیں۔ ایک کے خلا میں تھوڑا سا پانی داخل کر دیا جائے تو اِس میں پارے کی بلندی گھٹ جائیگی۔ اِس کی وجہ بیان کرو۔ ایک میں تھوڑا سا پانی داخل کر دینے کے بعد اگر دونوں کی تپش میں تغیر آجائے تو اِس تغیر کا ہر ایک پر کیا اثر ہوگا؟

آٹھویں فصل

رطوبت پیمائی

رطوبت کا وجود کرۂ ہوائی میں ——

رُوئے زمین کو دیکھو۔ اِس پر کس قدر پانی موجود ہے۔ یہ پانی کرۂ ہوائی کے نیچے کھُلا پڑا رہتا ہے۔ اور اِس کے اُوپر کوئی چیز ایسی نہیں جو اِس کے بخارات کو کرۂ ہوائی میں داخل ہونے سے روک دے۔ پچھلی فصلوں میں تم پڑھ چکے ہو کہ تبخیر کا عمل کسی خاص درجہ کی تپش کا تابع نہیں۔ تپش کے ہر درجہ پر یہ عمل جاری رہتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ پانی کے بخارات کا ہوا میں موجود ہونا اِن باتوں کا لازمی نتیجہ ہے۔ پانی کے وجود سے جو سالمات خارج ہوتے ہیں اُن کو ہوا کے سالمات سے ٹکرانا پڑتا ہے۔ اِس لئے ہوا کا وجود تبخیر کے عمل کو کسی قدر سُست کر دیتا ہے۔ علاوہ بریں وہ اِن کے انتشار کو بھی روکتا ہے۔ یہ دقّت نہ ہوتی تو کرۂ ہوائی کی فضاء ہمیشہ پانی کے بخارات سے سیر رہتی۔

کرۂ ہوائی میں بخارات آبی ہی کے وجود سے وہ کیفیت پیدا ہوتی ہے جس کو ہم ہوا کی **رطوبت** کہتے ہیں۔ موسموں کا تغیر و تبدل معلوم کرنے کے لئے اِس

بات کا جاننا ضروری ہے کہ ہوا کی رطوبت کس درجہ پر ہے۔ یہ بات جس عمل سے دریافت کی جاتی ہے اُس کو **رطوبت پیمائی** کہتے ہیں۔

ہوا میں رطوبت کی مقدار ہمیشہ بدلتی رہتی ہے۔ ہم پہلے بیان کر چکے ہیں کہ کسی خاص تپش پر کسی خاص وسعت کی فضاء کو سیر کرنے کے لئے بخارات کی ایک معیّن مقدار درکار ہوتی ہے۔ اگر تپش بڑھ جائے تو فضاء کی سیری ٹوٹ جائیگی اور اُس کو سیر کرنے کے لئے زیادہ بخارات کی ضرورت پڑیگی۔ اور اگر تپش گھٹتی جائے تو بخارات کا ایک حصہ فضاء کی سیری سے زائد بچ رہیگا۔ فضاء میں اِس حِصہ کو سنبھالنے کی طاقت نہیں۔ اِس لئے ضرور ہے کہ بخارات کے اِس حِصہ کی **حالت** بدل جائے۔ اب فرض کرو کہ رطوبت کے اعتبار سے ہوا کی ایک خاص حالت ہے اور یہ حالت سیری کی حالت نہیں۔ اِس وقت اگر ہوا کی تپش گھٹتی جائے تو فضاء کے جس حصہ میں یہ ہوا بھری ہوئی ہے اُس کی سیری کی حد تنگ ہوتی جائیگی۔ اور آخر تپش کی وہ حد آجائیگی کہ اُس پر رطوبت کی یہی مقدار اُس کی سیری کے لئے کافی ہوگی۔ پھر اگر تپش اِس سے بھی کم ہو جائے تو ظاہر ہے کہ بخارات کا ایک حِصہ ضرورت سے زائد ہوگا۔ اور وہ بستگی میں آکر اوسؔ کُہرؔ بادلؔ یا پالےؔ کی شکل اختیار کریگا۔

اِس مقام پر ایک بات نگاہ میں رکھنے کے قابل ہے۔

تم نے لوگوں کی زبان سے اکثر سُنا ہوگا کہ آج ہوا خشک ہے یا آج ہوا مرطوب ہے۔ یہ عوام ہی کی عادت نہیں بلکہ اہلِ فن بھی کبھی کبھی اِس قسم کے خیالات کو اِسی طرح ادا کر دیتے ہیں۔ چنانچہ اِس قسم کے جملے کہ ہوا بخارات سے سیر ہوگئی یا ہوا کی سیری کے لئے ابھی اَور رطوبت درکار ہے' اکثر تمہاری نگاہ سے گزرینگے۔ لیکن یاد رکھنا چاہیئے کہ یہ سب رواج عام کی سہولت پسندی ہے۔ ہوا کو اِن واقعات میں کوئی دخل نہیں۔ پچھلی دو فصلوں میں جو کچھ تم نے دیکھا ہے اس پر غور کرو تو یہ خیال تمہاری سمجھ میں بخوبی آجائیگا۔ ایسے موقعوں پر یہی سمجھنا چاہیئے کہ حقیقت میں ہوا سے وہ حصئہ فضاء مُراد ہے جس کے اندر یہ ہوا واقع ہے۔

مرطوبیت ــــ **مرطوبیت** سے مُراد یہ ہے کہ ہوا کی رطوبت کس درجہ پر ہے۔

یہ معلوم کرلینا کہ اِس وقت ہوا کے اندر فی مکعب سنتی میتر یا فی مکعب اِنچ' رطوبت کی کتنی مقدار موجود ہے کچھ دُشوار نہیں۔ مثلاً گندک کے تیزاب کا خاصّہ ہے کہ رطوبت سے اِس کو بہت رغبت ہے۔ تھوڑا سا گندک کا خالص تیزاب لو اور اُس کو تول کر اُس میں سے ایک نپے ہوئے حجم کی ہوا گزارو۔ ہوا کی رطوبت کو یہ تیزاب بذب کرلیگا۔ اور ہوا خشک ہوکر آگے نکل جائیگی۔ اب تیزاب کو پھر تولو۔ اِس کے وزن میں جتنا اضافہ ہوگا وہ ہوا کی

رطوبت کا وزن ہے۔ اِس ہوا کا حجم تم پہلے معلوم کر چکے ہو۔ اِن دونوں سے تم معلوم کر سکتے ہو کہ ہوا میں **فی اِکائی حجم کتنی رطوبت موجود ہے۔**

لیکن اِس علم سے ہمیں کوئی فائدہ نہیں ہو سکتا۔ موسم کا تغیر و تبدل اِس بات پر موقوف نہیں کہ ہوا کے اندر کتنی رطوبت ہے۔ وہ تو اِس بات پر موقوف ہے کہ سیری کے اعتبار سے ہوا کس حد پر ہے۔ اور سیری میں تپش کو بہت کچھ دخل ہے۔ ممکن ہے کہ کسی ایک وقت میں ہوا کے اندر رطوبت کی بہت سی مقدار موجود ہو اور تپش کی بلندی اُسے سیر نہ ہونے دے۔ اور کسی اَور وقت میں تپش گِر جائے تو رطوبت کی ذرا سی مقدار بھی اُس کی سیری سے زائد ثابت ہو۔ اِن وجوہات کی بناء پر اِس بات کا جاننا ضروری ہے کہ کسی خاص وقت میں رطوبت کی جو مقدار ہوا کے اندر موجود ہے **اُس کی مقدار رطوبت کی اُس مقدار سے کتنی دُور ہے جو موجودہ تپش پر ہوا کو سیر کر سکتی ہے۔** یہ مطلب اِس طرح حاصل ہو سکتا ہے کہ اِن دونوں مقداروں کا تناسب معلوم ہو جائے۔ اِس تناسب کو طبیعیات کی زبان میں **مرطوبیتِ اضافی** کہتے ہیں۔

مرطوبیتِ اضافی ــــــــــ فرض کرو کہ کسی خاص وقت میں جب کہ ہوا کی تپش t° م ہے،

اُس کے اندر فی اِکائی حجم و گرام رطوبت ہے۔ اور اِس وقت رطوبت کی جو مقدار ہوا کو سیر کر دینے کے لئے درکار ہے اُس کی مقدار فی اِکائی حجم وَ گرام ہے۔ تو مرطوبیتِ اِضافی کی تعریف حسبِ ذیل ہوگی:—

$$\text{مرطوبیتِ اضافی} = \frac{\text{و}}{\text{وَ}}$$

تم پڑھ چکے ہو کہ سیری کے وقت بخار کا دباؤ اپنی مقدارِ اعظم پر پہنچ جاتا ہے اور جب تک تپش مستقل رہتی ہے اِس مقدار میں کوئی فرق نہیں آتا۔ تپش کی کمی بیشی سے جو دباؤ میں فرق آتا ہے تو وہ محض اِس لئے آتا ہے کہ سیری کے لئے بخارات کی جو مقدار درکار ہے وہ بدل جاتی ہے۔ علاوہ بریں اِس صورت میں سالمات کی رفتار بھی وہ نہیں رہتی۔ لیکن اگر تپش مستقل ہو تو جملہ سالمات کے اوسطِ رفتار کو مستقل مان لینا کچھ دُور از قیاس نہیں۔ اِس صورت میں اگر دباؤ میں کچھ فرق آجائے تو اُس کو سالمات کی کمی بیشی کا نتیجہ سمجھا جائیگا۔ تم یہ بھی پڑھ چکے ہو کہ سیری کے وقت دباؤ جو اپنی مقدارِ اعظم پر پہنچ جاتا ہے تو یہ کسی ناگہانی عمل کا نتیجہ نہیں۔ بلکہ واقعہ یہ ہے کہ جب تبخیر شروع ہوتی ہے تو بخارات کے وجود سے اُن کی پیدائش کے ساتھ ہی دباؤ ظاہر ہونے لگتا ہے۔ پھر جُوں جُوں بخار کے سالمات کی تعداد بڑھتی ہے یہ دباؤ بھی زیادہ ہوتا جاتا ہے اور آخر بڑھتے بڑھتے سیری کے وقت اپنی مقدارِ اعظم پر پہنچ جاتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ جس طرح بخار کا سیری تک

پہنچنا ایک تدریجی عمل ہے اُسی طرح اُس کا دباؤ بھی تدریجاً بڑھتا ہے۔ پس اگر ہم یہ مان لیں کہ کسی معلوم تپش پر ہوا کے اندر پانی کے بخار کا دباؤ ابتدائے تبخیر سے لے کر سیری تک سالمات کی تعداد کا متناسب رہتا ہے تو کچھ بے جا نہ ہوگا۔ پھر اِس میں شک نہیں کہ ہر چیز کا وزن اُس کے سالمات کے وزنوں کا مجموعہ ہے اور ہر چیز کے اپنے سالمات ہمیشہ ہموزن ہوتے ہیں۔ لہٰذا یہ ضروری ہے کہ ابتدائے تبخیر سے سیری تک بخار کا وزن ہر وقت اپنے سالمات کی تعداد پر موقوف ہو۔ اِس بناء پر مرطوبیتِ اضافی کی تعریف میں وزن کی بجائے ہم دباؤ کو داخل کر سکتے ہیں۔ اِس صورت میں مرطوبیتِ اضافی کی تعریف حسبِ ذیل ہو جائیگی:—

$$\text{مرطوبیتِ اضافی} = \frac{\text{تپشِ موجودہ پر بخارِ موجودہ کا دباؤ}}{\text{تپشِ موجودہ پر سیر شدہ بخار کا دباؤ}}$$

مرطوبیتِ اِضافی معلوم ہو جائے تو اِس سے ہم اندازہ لگا سکتے ہیں کہ تپش میں ذرا سی کمی واقع ہونے سے رطوبت کے، بستگی میں آجانے، کی کہاں تک توقع ہے۔ پھر اِس سے معلوم ہوسکتا ہے کہ بادل، کُہر، پالے وغیرہ کے نمودار ہونے کی کہاں تک اُمید ہوسکتی ہے۔ علاوہ بریں رطوبت کا، ایک خاص مقدار میں، ہوا کے اندر موجود ہونا صحت کے لئے نہایت ضروری ہے۔ مکانوں کی ہوا ایک خاص حد سے زیادہ خشک ہو جاتی ہے تو صحت پر اِس کا بُرا اثر پڑتا ہے۔ اگر مرطوبیتِ

اضافی کا علم ہو تو ہم اِس کا تدارک کر سکتے ہیں۔

نقطۂ شبنم ——— مرطوب ہوا کو بالتدریج ٹھنڈا کرتے جاؤ تو آخر تپش کا وہ درجہ آجائیگا جس پر پہنچ کر بخار بستگی میں آنے لگینگے۔ تپش کے اِس درجہ کو **نقطۂ شبنم** کہتے ہیں۔ یہ وہ تپش ہے جس پر بخار کی موجودہ مقدار، ہوا کو سیر کر دینے کے لئے کافی ہو جاتی ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ یہ نقطہ حقیقت میں اِس بات پر موقوف ہے کہ ہوا میں فی اِکائی حجم، بخار کی کتنی مقدار موجود ہے۔ ہوا میں رطوبت کی مقدار جتنی زیادہ ہوگی اُسی قدر یہ نقطہ ہوا کی موجودہ تپش کے زیادہ قریب ہوگا۔ اور اگر ہوا میں رطوبت کی مقدار کم ہوگی تو ہوا کی موجودہ تپش سے اِس نقطہ کا بُعد بھی زیادہ ہوگا۔

جب نقطۂ شبنم معلوم ہو جائے تو پھر اس بات کا جان لینا کچھ مشکل نہیں کہ اِس وقت ہوا کے اندر جو بخار موجود ہیں اُن کی مقدار کیا ہے۔ یہ بات تجربہ سے ثابت ہے کہ جب ہم پانی کے بخار، اور ہوا کو ٹھنڈا کرتے ہیں تو اِن دونوں کے سُکڑاؤ کی شرح تقریباً ایک دُوسرے کے برابر رہتی ہے۔ اِس لئے اگر کرۂ ہوائی سے ملی ہوئی ۱۰ مکعب سنتی میتر ہوا کو ٹھنڈا کر دینے سے اُس کا حجم گھٹ کر ۵ مکعب سنتی میتر رہ جائے تو اِس ۵ مکعب سنتی میتر ہوا میں بخار کی وُہی مقدار موجود ہوگی جو اِس کے اندر اُس وقت موجود تھی جب اِس کا حجم ۱۰ مکعب سنتی میتر تھا۔ اِس سے ظاہر ہے کہ دونوں صورتوں میں

اِس بخار کا دباؤ کرۂ ہوائی کے دباؤ کے ساتھ تعادل میں ہے اور کرۂ ہوائی کے دباؤ میں اِس ذرا سی دیر میں کوئی قابلِ لحاظ فرق نہیں آسکتا۔ اِس لئے بخار کے دباؤ کو دونوں صورتوں میں ہم مساوی قیاس کرسکتے ہیں۔

فرض کرو کہ ہوا کی تپش ۱۲° م ہے اور تجربہ سے ثابت ہوتا ہے کہ نقطۂ شبنم پر لانے کے لئے اِس کو ٹھنڈا کرکے ۵° م کی تپش پر پہنچانا پڑیگا۔ اِس صورت میں ۱۲° م کی تپش پر جو بخار کا دباؤ تھا وُہی ۵° م کی تپش پر سیری کی حالت کا دباؤ بن گیا ہے۔ اِس سے ہم قیاس کرسکتے ہیں کہ ہوا کے اندر جو بخارات موجود ہیں اُن کا اپنا دباؤ اِس قدر ہے کہ اگر تپش گھٹ کر ۵° م پر پہنچ جائے تو بخارات کی یہی مقدار تپشِ مذکور پر ہوا کی سیری کے لئے کافی ہے۔ بناء بریں اگر نقطۂ شبنم معلوم ہو جائے تو ہم اہلِ فن کی تیار کی ہوئی فہرست سے دریافت کرسکتے ہیں کہ اِس تپش کے مقابل سیر شدہ بخار کا دباؤ کیا ہے۔ تجربہ کے وقت ہوا کے اندر جو بخارات موجود ہیں اُن کا دباؤ بھی یہی ہوگا۔ اِسی طرح فہرست سے ہم یہ بھی دیکھ سکتے ہیں کہ تجربہ کے وقت ہوا کی جو تپش ہے اُس کے مقابل سیر شدہ بخار کا دباؤ کیا ہونا چاہئے۔ پھر اِن دونوں مقداروں کا تناسب بتا دیگا کہ تجربہ کے وقت ہوا کی مرطوبیتِ اِضافی کیا ہے۔ مثلاً فہرست میں لکھا ہے کہ ۵° م پر سیر شدہ بخار کا دباؤ ۶٫۷۲ ملی میٹر ہے۔

اور ۲۱° ھ پر ۱۸٫۴۷ ملی میٹر۔ تو اس صورت میں

مرطوبیتِ اضافی = ۱۲٫۶۷ / ۱۸٫۴۷

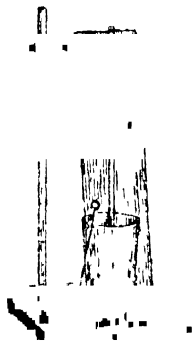
= ۰٫۶۸

= ۶۸ %

اس تقریر سے تم نے سمجھ لیا ہوگا کہ اگر نقطۂ شبنم معلوم ہو جائے تو پھر مرطوبیتِ اضافی دریافت کرلینا ایک سہل سی بات ہے۔ جن آلوں کی مدد سے نقطۂ شبنم معلوم کیا جاتا ہے اُن کو **رطوبت پیما** کہتے ہیں۔ ذیل میں ہم اس قسم کے چند آلوں کا حال لکھ دیتے ہیں کہ طالبِ علم کو اصول کے سمجھنے میں سہولت ہو جائے۔

زاجیہ کا پیالہ دار رطوبت پیما

زاجیہ کا ایک چھوٹا سا پیالہ ہے جس پر اعلےٰ درجہ کا صیقل کردیا جاتا ہے۔ اِس پیالہ میں پانی ڈال کر اُس کو یخ سے ٹھنڈا کرتے ہیں یہاں تک کہ پیالہ کی بیرونی سطح پر اوس بننا شروع ہو جائے۔

تجربہ ۴۳ ـــــ زاجیہ کے پیالہ ا (شکل ۳۶) میں نصف کے قریب تک پانی بھر دو۔ اور پانی میں ایک تپش پیما ب لٹکا دو جو ۳۲ درجہ ۰ ھ تک درجہ بند ہو۔ آلہ کے سامنے شیشہ کا ایک بڑا سا تختہ کھڑا کر دو کہ آلہ اپنے مُشاہد کے جسم اور سانس کی گرمی سے محفوظ رہے۔ اِس کے بعد یخ کا ایک **چھوٹا** سا ٹکڑا پیالے کے پانی میں ڈالو اور اُس کو لگاتار ہلاتے رہو یہاں تک کہ یخ پگھل جائے۔ پھر یخ کا ایک

ٹکڑا اور ڈال دو اور اِس کے
پگھلنے تک پانی کو ہلاتے رہو۔
کچھ دیر تک اِسی طرح کرتے جاؤ
یہاں تک کہ پیالے کے اُوپر اوس
کی نمود کا موقع آجائے۔ جب یہ
حال ہو تو پانی کے اندر جو تپش پیما
رکھا ہے اُس کی تپش دیکھ لو۔ اِس کے
بعد پھر پانی کو لگاتار ہلاتے رہو کہ
اِس کے تمام وجود کی تپش ایک حال
پر رہے۔ جب پیالے کی سطح پر سے
اوس کا نشان عین مٹ جانے
کے موقع پر ہو تو تپش پیما کو پھر
جلدی سے پڑھ لو۔ اِن دونوں تپشوں کا اوسط نقطۂ شبنم ہوگا۔

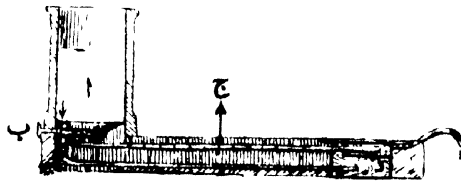
شکل ۳۶
زاجیہ کا پیالہ دار رطوبت پیما

اب ہوا کی تپش دیکھو اور فہرست سے اِن تپشوں کے مقابل سیر شدہ بخارِ آبی کا دباؤ دیکھ کر مرطوبیت اِضافی معلوم کرو۔ نقطۂ شبنم کی تشخیص میں اِس بات کو یاد رکھنا ضروری ہے کہ تپش پیما کو دو مرتبہ پڑھنا ہوگا:—

۱ - عین اُس وقت جب اوس بننا شروع ہو۔
۲ - عین اُس وقت جب اُوس غائب ہو جائے۔

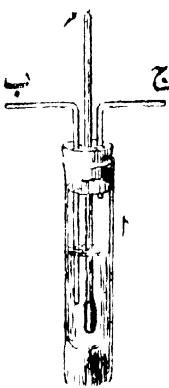
اِس صورت میں جب دونوں تپشوں کا اوسط لیا جائیگا تو مشاہدہ کی غلطی کا احتمال کم ہو جائیگا۔ یہ نہایت مشکل ہے

کہ تپش پیما کو عین اُسی وقت پڑھ لیا جائے جب اوس بننا شروع ہو یا اُڑ کر غائب ہو جائے۔ عموماً یہی ہوتا ہے کہ پہلی صورت میں تپش ذرا گھٹ کر اور دُوسری صورت میں ذرا بڑھ کر ہمارے مشاہدہ میں آتی ہے۔ اِس لئے دونوں کا اوسط نکال لینے سے نقطۂ شبنم اپنی اصلیت کے قریب آجاتا ہے۔

ڈین کا رطوبت پیما ـــــــ ڈین نامی ایک شخص نے ذیل کی شکل کا رطوبت پیما ایجاد کیا ہے۔ اِس میں ا ایک برتن ہے جس میں نلی لگی ہوئی ہے۔ اِس نلی میں سے گزر کر برتن ا کا سرد پانی دُہرے خانہ کے کمرے د میں پہنچتا ہے۔ اِس کمرے کے اندر ایک نازک تپش پیما ج کا جوف رکھا رہتا ہے۔ کمرہ کو اُوپر کی طرف سے سیاہ شیشہ کی تختی یا چاندی کی چادر سے ڈھک دیتے ہیں۔ چاندی کی چادر قابلِ ترجیح ہے۔ اِس میں خوبی یہ ہے کہ اِس کے دونوں پہلوؤں کی تپش فوراً ایک حال پر آجاتی ہے۔

شکل ۳۷

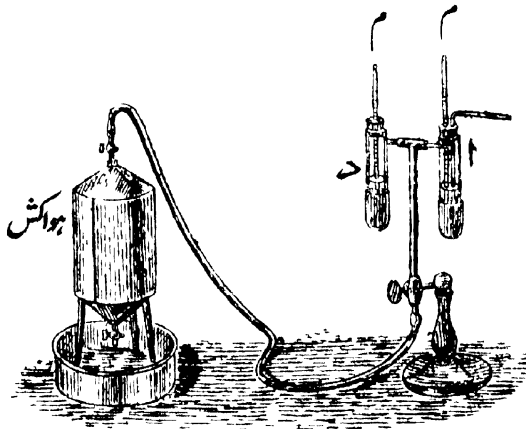
ڈین کا رطوبت پیما

تجربہ کے وقت کمرہ د میں ہوا کی تپش کا پانی ڈال دیتے ہیں اور برتن ا میں یخ ملا ٹھنڈا پانی رکھ دیتے ہیں۔ پھر جب نلی کی ڈاٹ ب کو کھولتے ہیں تو برتن کا ٹھنڈا پانی آہستہ آہستہ نلی میں سے گزر کر کمرہ د میں پہنچتا ہے۔ اور کمرے کی تپش تدریجاً گھٹنے لگتی ہے۔ آخر جب کافی ٹھنڈک ہو جاتی ہے تو سیاہ شیشہ کی تختی یا چاندی کی چادر پر اوس نمودار ہوتی ہے۔ اِس وقت جلدی سے تپش پیما کو پڑھ لیتے ہیں اور پانی کی آمد فوراً بند کر دیتے ہیں۔ تھوڑی سی دیر کے بعد جب اوس غائب ہو جاتی ہے تو تپش پیما کو دوبارہ پڑھتے ہیں۔ اِن دونوں تپشوں کا اوسط نقطۂ شبنم ہے۔

رینول کا رطوبت پیما —— یہ آلہ اُوپر کے دونوں آلوں سے زیادہ نازک ہے۔ اِس آلہ کا ضروری حصہ صرف ایک شیشہ کی نلی ا (شکل ۳۸) ہے جس کے دونوں منہ کھلے ہیں۔ نیچے کے مُنہ پر چاندی کی ایک انگشتانہ نما صیقل شدہ پیالی چڑھا دی گئی ہے۔ اِس پیالی میں ایتھر یا کوئی اور اُڑ جانے والا مایع ڈال دیتے ہیں۔ نلی کا اُوپر والا مُنہ کاک سے بند ہے۔ اِس کاک میں تپش پیما م داخل کر دیا گیا ہے۔ کاک کے دُوسرے سُوراخ میں ب ایک کھلے مُنہ کی مُڑی ہوئی نلی ہے۔ یہ دونوں

شکل ۳۸ - رینول کے رطوبت پیما کا اصول -

تقریباً مایع کی تہ تک پہنچے ہوئے ہیں۔ کاک کے تیسرے سوراخ میں ج ایک اور مڑی ہوئی نلی ہے جس کا نیچے والا سرا کاک سے نکل کر وہیں رک گیا ہے۔

نلی ب میں سے مایع کے اندر ہوا پھونکو تو یہ ہوا مایع میں سے ہوتی ہوئی نلی ج کے رستے باہر نکل جائیگی۔ اس عمل سے مایع جلد جلد بخار بن کر اڑنے لگیگا۔ اس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ مایع کا وجود اور اس سے ملتا ہوا چاندی کا انگشتانہ ٹھنڈا ہوتا جائیگا۔ اور آخر اس کی ٹھنڈک اس حد تک پہنچ جائیگی کہ صیقل شدہ چاندی کی سطح پر اوس بننے لگیگی۔ جب اس کی نمود کا احساس ہونے لگے تو عین اسی وقت تپش پیما کو پڑھ لو اور ہوا پھونکنے کا عمل بند کر دو۔ پھر جب اوس غائب ہو جائے تو اس کا آخری نشان مٹتے کے ساتھ ہی تپش پیما کو دوبارہ پڑھو۔ ان دونوں تپشوں کا اوسط نقطۂ شبنم ہوگا۔

ریناول کے رطوبت پیما کا ضروری حصہ تو صرف اسی قدر ہے جو

شکل ۳۹

ریناول کا رطوبت پیما

ہم نے بیان کردیا۔ ہاں مشاہدہ کی سہولت اور تجربہ کی آسانی کے لئے
اِس میں کچھ اضافہ بھی کردیا گیا ہے۔ یہ اضافہ ہم نے شکل ۳۹ میں
دکھا دیا ہے۔ اِس میں نلی ج کی بجائے نلی ا کے اپنے ہی پہلو میں
ایک نلی ہے جس کا مُنّہ تانبے کی عمودی نلی میں کھلتا ہے۔ یہی
عمودی نلی آلہ کے لئے سہارے کا کام بھی دیتی ہے۔ دُوسرے ہاتھ پر
د ایک اَور نلی ہے جو ہر طرح نلی ا کی مُشابہ ہے۔ چنانچہ اِس کے
نیچے والے مُنّہ پر بھی ویسا ہی انگشتانہ چڑھا ہؤا ہے۔ یہ نلی اندر
سے خالی ہے اور اِس کے کاک میں سے صرف ایک تپش پیما م اِس
کے اندر گیا ہے جو ہوا کی تپش دریافت کرنے میں کام دیتا ہے۔ اِس
نلی کا فائدہ یہ ہے کہ چاندی کے دونوں انگشتانوں کا مقابلہ کرتے جاؤ
تو فوراً اِس بات کا پتہ چل جائیگا کہ اوس کس وقت بننے لگی اور کس
وقت غائب ہوگئی۔ ہوا کو مایع کے اندر مُنّہ سے پھونکنے میں کسی خاص
انداز کا التزام نہیں رہتا۔ اِس لئے تانبے کی عمودی نلی کا نیچے والا
سرا ربڑ کی نلی سے ہواکش کے ساتھ جوڑ دیا جاتا ہے۔ ہواکش کے
مایع کو اگر احتیاط کے ساتھ نکالا جائے تو اِس سے تجربہ میں یہاں تک
نزاکت پیدا ہوسکتی ہے کہ اوس کے بننے اور اُس کے غائب ہونے
کے وقت تپش میں کوئی فرق نظر نہیں آتا۔ اوس کے بنتے وقت جو تپش
ہوتی ہے وہ اوس کے عین غائب ہونے پر بھی وُہی رہتی ہے۔
تجربہ کے وقت ہواکش کو آلہ سے دُور رکھ دیتے ہیں اور تپش پیما
کو بھی فاصلہ پر سے دُوربین کی مدد سے پڑھتے ہیں۔ اِس سے
مُشاہِد کے وجود اور اُس کی سانس کی گرمی کا اثر

آلہ پر نہیں پڑتا۔

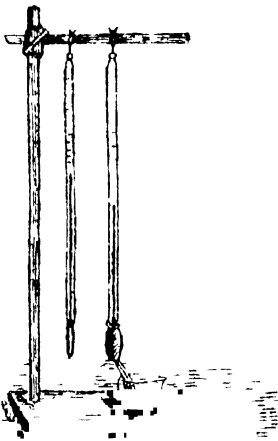
اِس آلہ کی بڑی خوبی یہ ہے کہ جب ہوا ایتھر میں سے گزرتی ہے تو اِس کو لگاتار ہلاتی رہتی ہے۔ اِس سے ایتھر کی تپش ہر جگہ ایک حال پر رہتی ہے۔ اور تپش پیما بھی اِسی تپش کا پتہ دیتا ہے۔ علاوہ بریں چاندی کا خاصہ ہے کہ حرارت اِس کے وجود میں سے تیز تیز گزرتی ہے اور اِس کے تمام حصوں کی تپش بہت جلد ایک حال پر آجاتی ہے۔ اِس آلہ میں جو اُنگشتانہ ہوتا ہے وہ چونکہ چاندی کا بنایا جاتا ہے اور اُس کی موٹائی بہت کم رکھتے ہیں اِس لئے اُس کی اندرونی اور بیرونی سطحوں کی تپش میں کوئی قابلِ لحاظ فرق نہیں رہتا۔ لہذا جس سطح پر اوس بنتی ہے اُس کی تپش وُہی تپش ہوتی ہے جس کا تپش پیما پتہ دیتا ہے۔

اِس بات کو نگاہ میں رکھنا چاہیئے کہ اُوپر کی تقریر میں ہم نے جتنے آلوں کا ذکر کیا ہے وہ سب، کُھلی ہوا میں، صرف اُس وقت کام دے سکتے ہیں جب ہوا ساکن ہو۔ ہوا متحرک ہوتی ہے تو اُس کا جو حصہ ہمارے آلوں کو چُھوتا ہے وہ دم بدم بدلتا رہتا ہے۔ اِس صورت میں یہ ممکن نہیں کہ ہوا کے آبی بخارات ٹھنڈے ہوکر اوس کی شکل اختیار کرنے لگیں۔ رطوبت پیما سے اگر کُھلی ہوا میں کام لینا مطلوب ہو تو اُس کی ساخت میں اِس بات کا لحاظ رکھنا چاہیئے کہ آلہ کا ضروری حصہ ہوا کی حرکت سے محفوظ رہے۔ اِس بحث کی تفصیل

ہم سر دست نظر انداز کر دیتے ہیں۔

میسن کا رطوبت پیما —— میسن کے رطوبت پیما میں دو تپش پیما عین ایک دوسرے کے مشابہ ہوتے ہیں جنہیں کسی مناسب ٹیکن کے ساتھ (شکل ۴۰) پہلو بہ پہلو لٹکا دیتے ہیں۔ ان میں سے ایک کے جوفہ پر ململ کا ٹکڑا باندھتے ہیں۔ اِس کے ساتھ تاگے لٹکتے رہتے ہیں جن کے آزاد سروں کو گلاس کے اندر پانی میں ڈبو دیتے ہیں۔

شکل ۴۰۔ میسن کا رطوبت پیما۔

اِس آلہ کا عمل دو باتوں پر موقوف ہے۔ اول یہ کہ جب پانی میں تبخیر ہوتی ہے تو اُس میں حرارت صرف ہوتی ہے۔ دوسرے یہ کہ کسی خاص تپش پر ہوا اپنے اندر پانی کے جتنے بخارات سنبھال سکتی ہے اُن کی مقدار اِس بات پر موقوف ہے کہ ہوا میں اِس سے پہلے پانی کے کس قدر بخارات موجود ہیں۔ پانی اُس قوت کے اثر سے جس کو جذب شعری کہتے ہیں تاگوں میں چڑھتا ہے اور ململ کو تر رکھتا ہے۔ ململ پہ پانی میں

تبخیر ہوتی ہے جس کے لئے ضروری حرارت، ململ میں لپٹے ہوئے جوفہ سے آتی ہے۔ اِس سے تپش پیما ٹھنڈا ہو جاتا ہے اور پارے کا ڈورا گرتا جاتا ہے۔ جب جوفہ کے اِرد گِرد کی ہوا بخارات سے سیر ہو جاتی ہے تو پانی کی تبخیر رُک جاتی ہے۔ پھر تپش پیما کا پارا اَور نیچے نہیں اُترتا۔ تبخیر سے ٹھنڈا ہو جانے کی وجہ سے تر جوفہ والا تپش پیما خشک جوفہ والے تپش پیما سے کم تپش کا نشان دیتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ تجربہ کے شروع میں ہوا جتنی زیادہ خشک ہوگی اُسی قدر اِن آلوں کی تپش میں زیادہ فرق ہوگا۔ اِس طرح ہمیں یہ معلوم ہو جاتا ہے کہ کرۂ ہوائی کی موجودہ تپش پر ہوا کو سیر کرنے کے لئے کس قدر بخارات کی ضرورت ہے۔ پھر اِس سے ہم معلوم کر سکتے ہیں کہ فی الحال ہوا میں بخارات کی کتنی مقدار موجود ہے۔

میسن کا رطوبت پیما جسے خشک اور تر جوفہ والا تپش پیما بھی کہتے ہیں عموماً "ہوا میں رطوبت کی مقدار" معلوم کرنے کے لئے استعمال ہوتا ہے۔ لیکن اِس سے ہم نقطۂ شبنم کی تشخیص میں بھی کام لے سکتے ہیں۔

بادل —— ہوا زمین کی گرم سطح کو چُھونے سے گرم ہو جاتی ہے تو پھیلتی ہے۔ اور اِس بات کا تقاضا کرتی ہے کہ اپنے سے اُوپر کی ہوا کے لئے جو اِس وقت مقابلتہً اِس سے بھاری ہے اپنی جگہ خالی کر دے اور خود عموداً اُوپر چڑھ جائے۔ یہ ہوا جب اُوپر جاتی ہے تو اِس کو

دو صورتیں پیش آتی ہیں - ایک یہ کہ اُوپر جو ہوا کے طبقے ہیں وہ مقابلتہً سرد ہیں - یہ گرم ہوا جب اُن کو چھوتی ہے تو اِس کی حرارت کا ایک حصہ سرد ہوا میں چلا جاتا ہے اور یہ خود ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔ دُوسرے یہ کہ جُوں جُوں اُوپر جاؤ کرۂ ہوائی کا دباؤ کم ہوتا جاتا ہے - اِس لئے جب یہ' زمین کے قریب کی' ہوا زیادہ دباؤ سے نکل کر کم دباؤ میں جاتی ہے تو پھیلنے لگتی ہے - اور چونکہ تپش کا گھٹ جانا پھیلاؤ کا لازمی نتیجہ ہے اِس لئے ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔ اب اگر تپش اِس قدر گھٹ جائے کہ اِس ہوا کے اندر جو پانی کے بخارات موجود ہیں وہ اُس کی سیری سے زیادہ ہوں تو ظاہر ہے کہ اِن بخارات کا زائد حصہ بستگی میں آکر چھوٹے چھوٹے قطروں کی صورت اختیار کریگا۔ یہ قطرے اپنے بھاری پن کی وجہ سے نیچے گرنا چاہینگے - اور جس قدر بڑے ہونگے اُسی قدر جلد جلد گرینگے۔اب اگر اِن کا گزر ہوا کے ایسے طبقوں میں سے ہوگا جو مقابلتہً خشک ہیں تو یہ قطرے زمین تک پہنچنے نہ پائینگے بلکہ رستے ہی میں پھر بخار بن کر اُڑ جائینگے۔ اور اگر اِن کا گزر ہوا کے ایسے گرم طبقوں میں سے ہوگا جو پہلے ہی بخار سے سیر ہو چکے ہیں تو اِن قطروں کی جسامت بڑھتی جائیگی - کیونکہ ہوا کی کچھ حرارت یہ قطرے جذب کرینگے اِس لئے اِس مقام کے بخارات کا کچھ حصہ ہوا کی سیری سے زائد ہو جائیگا - اور یہ زائد حصہ اِن قطروں کے ساتھ ملتا جائیگا۔ نتیجہ اِس کا یہ ہوگا کہ یہی قطرے زمین پر گرنے لگینگے اور ہم

کہینگے کہ مینہ برس رہا ہے۔

برف ——— اگر ہوا کے اندر بخاراتِ آبی کی ابتدائی بستگی °۰م سے نیچے کی تپش پر شروع ہو تو ظاہر ہے کہ بخارات کے لئے مایع کی شکل اختیار کر لینا ممکن نہیں۔ اِس صورت میں وہ براہِ راست ٹھوس کی شکل میں آجائینگے۔ پانی کی اِس ٹھوس شکل کو **برف** کہتے ہیں۔

اولے ——— ہوا کے اندر مایع کی شکل اختیار کر لینے کے بعد اگر آبی بخارات اِس قدر ٹھنڈے ہو جائیں کہ اُن کی تپش °۰م سے گر جائے تو ظاہر ہے کہ مایع کے قطرے ٹھوس بن جائینگے اور اِس ٹھوس کا وجود برف کے وجود سے زیادہ سخت ہوگا۔ اِس صورت میں جب یہ جما ہؤا ٹھوس پانی زمین پر گریگا تو ایسا معلوم ہوگا کہ گویا آسمان سے پتھر برس رہے ہیں۔ اِن کو **اولے** کہتے ہیں۔

برف اور یخ ——— جب پانی کے بخارات مایع کی شکل اختیار کرنے کے بغیر براہِ راست جم کر ٹھوس بن جاتے ہیں تو پانی کی اِس منجمد صورت کا نام **برف** ہے۔ اور اگر پانی جم کر ٹھوس بن جائے تو اِس کو **یخ** کہینگے۔ برف اور یخ کے وجود میں جو موٹا موٹا سا طبیعی اختلاف ہے اُس کے لئے تفصیل کی حاجت نہیں۔

کُہر ——— کُہر حقیقت میں بادل ہی کی ایک شکل ہے۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ بادل ہوا کے بالائی طبقوں میں

بنتے ہیں اور کُہر رُوئے زمین کے قریب نمودار ہوتا ہے۔ جب ہوا کے وہ طبقے جو زمین سے مِلے ہوئے ہیں بالائی طبقوں کی بہ نسبت زیادہ سرد ہو جاتے ہیں تو اُوپر کے گرم طبقوں کے بخار بھی انتشار کے عمل سے نیچے والے سرد طبقوں میں گھستے جاتے ہیں۔ اب اگر اِس طرح نیچے والے طبقوں میں اِتنی رطوبت جمع ہو جائے کہ اُن کی سیری سے زیادہ ہو تو اُس کا زائد حصہ بستگی میں آکر پانی کے چھوٹے چھوٹے قطروں کی صورت اختیار کریگا۔ اِسی کو ہم کُہر کہتے ہیں۔

اوس ——— بادل، کُہر، مینہ، اور برف، وغیرہ رطوبتِ بستہ کی شکلیں جن کا اُوپر ذکر آچکا ہے، اوس کی بناوٹ اِن سب سے الگ ہے۔ وہ تمام چیزیں ہوا میں بنتی ہیں اور اوس زمین کی سطح پر پیدا ہوتی ہے۔ جب سورج غروب ہو جاتا ہے تو زمین کا سطحی طبقہ جو دن بھر سورج کی حرارت سے گرم ہو رہا تھا اب عمل **اِشعاع** سے اپنی دن بھر کی جمع کی ہوئی حرارت کھونے لگتا ہے۔ آگے چل کر تم کو معلوم ہوگا کہ مختلف چیزوں اور مختلف سطحوں میں اشعاع کی طاقت مختلف ہوتی ہے۔ چنانچہ وہ چیزیں جو دن میں حرارت کو زیادہ جذب کرتی ہیں رات کے وقت اُن کے وجود سے اشعاع بھی زیادہ ہوتا ہے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ یہ چیزیں اُن چیزوں سے پہلے ٹھنڈی ہو جاتی ہیں جن میں اِشعاع کی طاقت کم ہے۔ پھر اِس ٹھنڈک کا اثر اُس ہوا پر پڑتا ہے جو اِن چیزوں کو

چھو رہی ہو۔ اِس طرح یہ ہوا ٹھنڈی ہو جاتی ہے اور اپنے اندر اُتنی رطوبت نہیں رکھ سکتی جتنی کہ اِس سے پہلے تھی۔ اِس لئے رطوبت کا زائد حصہ اوس بن کر بیٹھ جاتا ہے۔

یہ بات تجربوں سے ثابت ہو چکی ہے کہ اوس کُلیتہً ہوا ہی کی رطوبت کا نتیجہ نہیں۔ زمین سے جو آبی بخارات نکلتے ہیں اوس کی بناوٹ میں اُن کو بھی بہت کچھ دخل ہے۔ جب یہ بخارات زمین کی ٹھنڈی سطح پر آتے ہیں تو جم کر پانی بن جاتے ہیں۔ علاوہ بریں تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ سبز گھاس کے تنکوں اور ہرے ہرے پودوں پر اوس زیادہ نمودار ہوتی ہے۔ اِس کی اصلیت یہ ہے کہ اوس کے بنانے میں اِن چیزوں کا بھی حصہ ہے۔ نباتات کے پتے اپنے وجود سے لگاتار رطوبت خارج کرتے رہتے ہیں۔ دن میں تو یہ رطوبت بخارات بن کر اُڑ جاتی ہے لیکن جب دھوپ نہیں رہتی اور ہوا ساکن ہوتی ہے تو یہ رطوبت پتوں کی سطح پر اوس بن کر بیٹھتی جاتی ہے۔ زمین سے بھی پانی کے بخار ہمیشہ نکلتے رہتے ہیں۔ اِن سے بھی اوس کی بناوٹ کو مدد پہنچتی ہے۔ چنانچہ تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ رات بھر مطلع صاف رہا اور ہوا میں بھی سکون تھا لیکن پتھروں کے اُوپر اوس کا کوئی نشان نظر نہیں آتا اور اُن کی سطح کا جو حصہ نیچے کی طرف ہے اُس پر بہت سی اوس دکھائی دیتی ہے۔ ہری ہری گھاس کے تختوں کو بھی تم نے اکثر دیکھا ہوگا۔ اِن کے نیچے کی زمین

خشک موسم میں بھی مرطوب رہتی ہے۔ رات کے وقت گھاس کی پتیاں زمین سے زیادہ سرد ہو جاتی ہیں۔ اِس لئے زمین سے جو بخار نکلتے ہیں وہ اِن ٹھنڈی پتیوں سے ٹکراتے ہیں تو سرد ہو کر بستگی میں آتے ہیں اور اوس بن کر بیٹھ جاتے ہیں۔

اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ اوس کے بننے کا باعث ہوا ہی کی رطوبت نہیں بلکہ زمین سے نکلنے والے بخارات بھی نکلتے کے ساتھ ہی جم کر بیٹھ جاتے ہیں۔ اور نباتات پر جو اوس نظر آتی ہے اُس میں نباتات کی اپنی رطوبت کا بھی بہت کچھ حصہ ہوتا ہے۔

اوس بننے کے مفیدِ مطلب شرائط

کثیر مقدار میں اوس کی بناوٹ کے لئے چند شرائط کا پورا ہونا ضروری ہے۔ مثلاً ایک شرط یہ ہے کہ اِشعاع میں رُکاوٹ نہ ہو۔ اور اِشعاع کی آزادی کے لئے **مطلع کا صاف** ہونا لازمی ہے۔ چنانچہ رات کے وقت اگر مطلع ابر آلود ہو تو اوس بہت کم پڑتی ہے۔ علاوہ بریں جس چیز کی سطح سے آزادی کے ساتھ اِشعاع ہو رہا ہو ہوا کا جو حصہ اُس کو چھو کر ٹھنڈا ہوتا ہے اُس کے لئے **سکون** درکار ہے۔ اگر یہ نہ ہو تو اوس کے بننے کی کوئی امید نہیں ہو سکتی۔ جب ہوا میں حرکت ہو تو ظاہر ہے کہ ٹھنڈی سطحوں کو چھونے والی ہوا لگاتار بدلتی رہیگی اور ٹھنڈی نہ ہو سکیگی۔ اِس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ اُس کے کسی حصہ کی تپش کو نقطۂ شبنم پر پہنچنا نصیب نہ ہوگا۔ یہی وجہ ہے

کہ رات کو جب ہوا تیز تیز چلتی رہتی ہے تو اوس نہیں پڑتی۔

پالا ——— زمین کو چھوتی ہوئی ہوا اِشعاع کے عمل سے اگر اِس قدر ٹھنڈی ہو جائے کہ اُس کی تپش پانی کے نقطۂ انجماد سے نیچے اُتر آئے تو اوس نہیں بنتی۔ اوس کے بننے سے پہلے ہی اِس ہوا کی رطوبت جم کر ٹھوس بن جاتی ہے اور اِسی حال میں زمین پر گرتی ہے۔ اِس کو پالا کہتے ہیں۔ جب پالا بنتا ہے تو اُس وقت نقطۂ شبنم نقطۂ انجماد سے نیچے ہوتا ہے۔ اِس لئے رطوبت، مائع کی شکل اختیار کرنے کے بغیر براہِ راست ٹھوس کی حالت میں چلی جاتی ہے۔ اِس اعتبار سے پالا بھی گویا برف ہی کی ایک شکل ہے۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ برف بالائی ہوا میں بنتا ہے اور پالا زمین کی سطح کے قریب۔ اِس بات کو یاد رکھنا چاہئے کہ پالا جمی ہوئی اوس نہیں بلکہ براہِ راست جمے ہوئے بخارات کا نام ہے۔

آٹھویں فصل کی مشقیں

۱۔ کمرے کی تپش ۱۴° م ہے اور تجربہ نقطۂ شبنم کو ۵° م بتاتا ہے۔ فہرست سے مدد لے کر بتاؤ کہ اِس صورت میں ہوا کے اندر بخاراتِ آبی کا دباؤ کیا ہوگا۔ ہوا کی مرطوبیتِ اضافی بھی معلوم کرو۔

۲۔ کسی سادہ سے رطوبت پیما کی ساخت بیان کرو۔ اور

بتاؤ اِس سے کن چیزوں کا اندازہ کیا جاتا ہے۔

۳۔ نقطۂ شبنم سے کیا مُراد ہے؟ نقطۂ شبنم کی تشخیص کے لئے جو آلے استعمال ہوتے ہیں اُن میں سے تم کون کون سے آلوں کے نام بتا سکتے ہو؟

۴۔ مرطوبیتِ اضافی سے کیا مُراد ہے؟

۵۔ بادل کس طرح بنتے ہیں؟

۶۔ برف اور یخ میں کیا فرق ہے؟

۷۔ کُہر کس طرح پیدا ہوتا ہے؟

۸۔ مفصل بیان کرو کہ کون کون سی باتیں اوس کے پیدا ہونے کی مدد و معاون ہیں؟

نویں فصل

تبدیلِ حالت ۔ مخفی حرارت

کسی ٹھوس کی تپش بڑھاتے جاؤ تو عموماً یہی ہوتا ہے کہ ٹھوس کی جسامت بڑھتی جاتی ہے ۔ اور آخر ایک ایسا مقام آ جاتا ہے کہ وُہی جسم جو پہلے ٹھوس تھا اب مایع کی شکل اختیار کرلیتا ہے ۔ یہ مقام ہر ٹھوس کے لئے جُداگانہ ہے ۔ اِس مقام پر یہی نہیں ہوتا کہ ٹھوس' مایع بن جاتا ہے بلکہ یہ بھی امرِ واقع ہے کہ اگر اُسی جسم کی مایع شکل کو ٹھنڈا کرتے جائیں اور حالات وُہی ہوں تو اُسی مقام پر پہنچ کر مایع پھر ٹھوس کی شکل اختیار کر لیتا ہے ۔ تپش کے اِس مقام کو ٹھوس کا **نقطۂ اماعت** کہتے ہیں ۔ کسی جسم کی تپش جب تک اِس نقطہ سے بالاتر ہوتی ہے وہ مایع کی حالت میں رہتا ہے اور جب تپش اِس نقطہ سے نیچے آ جاتی ہے تو وہ ٹھوس بن جاتا ہے ۔

ٹھوس جسم دو طرح کے ہیں ۔ ایک وہ جن کی ساخت قلمدار ہے ۔ دُوسرے وہ جن کی ساخت میں قلمداری

کو دخل نہیں ۔ اِس قسم کے اجسام کو **نِقلما** کہتے ہیں ۔ قلمدار اجسام میں نقطۂ اماعت ایک نقطۂ واحد ہوتا ہے ۔ مثلاً یخ کو لے لو۔ یہ شورے کی طرح ایک قلمدار جسم ہے اور اِس کے پگھلاؤ کا یہ حال ہے کہ اگر کرۂ ہوائی کا دباؤ طبعی ہو تو یخ ۰م پر پگھلنے لگتا ہے ۔ اور تپش کے اِس نقط پر پہنچ کر اِس طرح پگھل جاتا ہے کہ اِس سے جو مایع بنتا ہے اُس کی تپش بھی یہی ہوتی ہے ۔ لیکن نِقلمے اجسام کا یہ حال نہیں۔جب اِس قسم کے ٹھوس جسموں کی تپش بڑھتی ہے تو وہ بالتدریج نرم ہوتے جاتے ہیں۔ پھر رفتہ رفتہ نیم ٹھوس کی شکل میں آ جاتے ہیں ۔ اِس وقت اُن کے وجود میں واضح طور پر نہ ٹھوس کے خواص پائے جاتے ہیں نہ مایع کے ۔ جو کچھ ظہور میں آتا ہے وہ صرف یہ ہے کہ اماعت کے آثار بالتدریج پیدا ہوتے ہیں اور اِس کے ساتھ ہی تپش بھی بڑھتی جاتی ہے۔تپش کے اعتبار سے اِن جسموں کے پگھلاؤ کا عمل گویا ایک تدریجی عمل ہے ۔ یہ نہیں ہوتا کہ قلمدار جسموں کی طرح تپش کے کسی خاص نقطہ پر پہنچ کر ناگہانی طور سے وقوع میں آ جائے ۔ مثلاً جب شیشہ کی سلاخ کو گرم کرتے ہیں تو کچھ عرصہ کے بعد اُس کے وجود میں نرمی پیدا ہونے لگتی ہے اور تپش کی ترقی کے ساتھ ساتھ یہ نرمی بالتدریج بڑھتی جاتی ہے ۔ اِس وقت ہم چاہیں تو کھینچ کر سلاخ کے طول کو بڑھا لیں یا موڑ کر جو شکل چاہیں بنا دیں۔ یخ کا معاملہ اِس کے برعکس ہے ۔ یخ کو گرم کیا جاتا ہے تو

یہ درمیانی حالتیں اس پر طاری نہیں ہوتیں ۔ جب اِس کی تپش
۰ْم پر پہنچتی ہے تو فوراً پگھلاؤ کا عمل شروع ہو جاتا ہے اور
تپش میں کچھ اضافہ نہیں ہوتا ۔ چنانچہ اِس سے جو مایع بنتا
ہے اُس کی تپش بھی وُہی ۰ْم ہوتی ہے ۔

قلمدار جسم اپنے نقطۂ اماعت پر پہنچتے ہیں تو اُن کی
تپش وُہیں ٹھیر جاتی ہے ۔ پھر جس قدر چاہو حرارت پہنچاتے
جاؤ جب تک ٹھوس کا ایک ذرا سا ٹکڑا بھی باقی ہے تپش
اِس نقطہ سے آگے نہیں بڑھ سکتی ۔

تجربہ ۴۴ ــــ یخ کا نقطۂ اماعت ۔

صاف اور خالص یخ کے ٹکڑے لے کر شیشہ کے گلاس میں ڈالو اور اُن کے اندر
تپش پیما کا جوفہ رکھ دو ۔ پھر دیکھو کہ تپش پیما کس تپش کا نشان دیتا ہے ۔ اب
یخ میں تھوڑا سا پانی ملاؤ اور اِس پانی اور یخ کے آمیزہ کو اچھی طرح سے ہلا کر پھر
دیکھو کہ اِس وقت تپش کیا ہے ۔ اِس کے بعد گلاس کو بالو جنتر میں رکھو اور
بالو جنتر کو آہستہ آہستہ گرم کرتے جاؤ ۔ **جب تک سب کا سب یخ
پگھل نہ جائے** تپش پیما کو دیکھتے رہو ۔ اِس دَوران میں تپش
ایک حال پر قائم رہیگی ۔

تجربہ ۴۵ ــــ موم کا نقطۂ اماعت ۔

تھوڑا سا موم امتحانی نلی میں ڈالو اور نلی کو ایک گلاس کے اندر کھولتے ہوئے
پانی میں رکھ دو ۔ موم پانی کی گرمی سے پگھل جائیگا ۔ اِس پگھلے ہوئے موم
میں تپش پیما کا جوفہ ڈبو دو ۔ پھر تھوڑی سی دیر کے بعد اِس کو باہر نکالو ۔
ہوا میں آکر جوفہ ٹھنڈا ہوتا جائیگا ۔ جوفہ کو احتیاط سے دیکھتے رہو ۔ جب

اُس کے اُوپر موم جمنا شروع ہو تو فوراً تپش پیما کو پڑھ لو - اِس کے بعد جب موم جوفہ کے اُوپر جم کر ٹھوس ہو جائے تو تپش پیما کو گلاس کے اندر پانی میں رکھو اور پانی کو آہستہ آہستہ گرم کرو - جب تپش ایک خاص حد پر پہنچیگی تو موم پھر پگھلنا شروع ہوگا - اِس کی علامت یہ ہے کہ اِس وقت موم شفاف ہونے لگیگا - جب اِس علامت کی ابتدا نظر آئے تو فوراً تپش پیما کو پڑھ لو - اِن دونوں تپشوں کا اوسط موم کا نقطۂ اماعت ہے -

مخفی حرارت ——— اُوپر کے تجربوں پر غور کرو اور دیکھو اِن سے کیا نتیجہ نکلتا ہے - اِس میں شک نہیں کہ جب یخ اور پانی کے آمیزہ کو گرم کرتے ہیں تو اِس آمیزہ کے وجود میں حرارت لگاتار داخل ہوتی رہتی ہے - لیکن یہ کیا ہوگیا کہ تپش پیما، تپش کی ترقی پر دلالت نہیں کرتا - اب سوال یہ ہے کہ یہ حرارت کہاں جا رہی ہے؟ یخ بالتدریج پگھلتا جاتا ہے اور اگر اُس کو حرارت بدستور پہنچتی رہے تو وہ آخر کار سب کا سب پانی ہو جائیگا - جب یہ وقت آئیگا تو حرارت کے اثر سے پانی کی تپش پھر بڑھنے لگیگی -

اِن واقعات سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ یخ کے کلیتہً پگھل جانے سے پہلے جو حرارت اِس کو پہنچائی گئی تھی اُس نے یخ کو پانی میں تبدیل کر دیا اور سب کی سب اِسی مد میں صرف ہوگئی - اِس بات کو یاد رکھنا چاہیے کہ یہ کچھ یخ ہی کا خاصہ نہیں بلکہ ہر ٹھوس کا یہی حال ہے - کوئی قلمدار ٹھوس حرارت کھا کر مایع کی حالت میں آ رہا ہو تو

اِس دَوران میں اُس کی تپش ایک حال پر قائم رہتی ہے۔ جب تک وہ اپنی حالت بدل کر کلیتہً مایع نہ بن جائے اُس کی تپش میں کچھ فرق نہیں آتا۔ نِقلِمے اجسام کی تپش البتہ اِس دَوران میں بھی بڑھتی رہتی ہے۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھنا کہ تپش کی ترقی میں حرارت اپنا پورا اثر دکھا رہی ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ نِقلِمے ٹھوس جسموں میں بھی حرارت کا بیشتر حصہ حالت کے بدلنے میں صرف ہو جاتا ہے۔

حرارت کی وہ مقدار جو ٹھوس کو مایع بنانے میں صرف ہو جاتی ہے اُس کا نام اماعت کی **مخفی حرارت** ہے۔

اِس حرارت کو مخفی حرارت کیوں کہتے ہیں؟ تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ حرارت کو ہم براہِ راست پہچان نہیں سکتے۔ اِس کو محسوس کرتے ہیں تو تپش کی مدد سے محسوس کرتے ہیں۔ اور تپش اُس کا صرف ایک اثر ہے۔ چونکہ تپش پر حرارت کی اِس مقدار کا کچھ اثر نہیں پڑتا اِس لئے اِس کا نام مخفی حرارت رکھ دیا گیا ہے۔ یہ مقدار گویا مادہ کے اندر چھپ جاتی ہے اور ہم اِس کو محسوس نہیں کر سکتے۔ مخفی حرارت کی یہی وجہِ تسمیہ ہے۔

تجربہ ۴۶ —— یخ کی اماعت کے لئے حرارت درکار ہے ۔ یخ کے چند ٹکڑوں کو کچھ دیر تک گلاس میں رکھ دو کہ اِن کا ایک حصہ پگھل کر پانی بن جائے۔ اِس وقت یخ اور پانی دونوں کی تپش ۰°م ہوگی۔ اب دو مساوی حجم کے گلاس لے کر ترازو کے پلڑوں میں

اُن کا دھڑا کرو - پھر ایک گلاس میں یخ کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا ڈالو اور دُوسرے میں اُس کا ہموزن، پگھلے ہوئے یخ کا، پانی - اب تمہارے پاس ہموزن یخ اور پانی ہے اور دونوں کی تپش °۰ م ہے - دونوں گلاسوں میں برابر برابر وزن کا گرم پانی ڈالو - جب یخ پگھل جائے تو دونوں گلاسوں کے پانی کی تپش دیکھ لو - جس گلاس میں یخ پگھلا ہے اُس کے پانی کی تپش دُوسرے پانی کے مقابلہ میں بہت کم ہوگی - اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس گلاس میں گرم پانی کی حرارت کا بیشتر حصہ یخ کے پگھلانے میں صرف ہوگیا ہے -

تجربہ ۴۷ —— یخ اور یخ کا پانی ——

دو بڑے بڑے گلاسوں کا دھڑا کرلو اور دونوں میں برابر برابر وزن کا گرم پانی ڈال دو - اِس کے بعد ایک گلاس میں یخ کا ٹکڑا ڈالو - جب یہ ٹکڑا پگھل جائے تو پانی کی تپش دیکھ لو - پھر دُوسرے گلاس میں یخ کا اِتنا پانی ڈالو کہ اِس کی تپش بھی اُسی درجہ پر آجائے جس پر دُوسرے گلاس کے پانی کو یخ کے ٹکڑے نے پہنچا دیا تھا - اب تول کر دیکھو کہ دونوں گلاسوں میں جو ہموزن گرم پانی تھا اُس میں کتنا یخ اور کتنا یخ کا پانی ڈالا گیا ہے - اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ تھوڑا سا یخ اِتنی ٹھنڈک پیدا کرسکتا ہے کہ اُسی قدر ٹھنڈک پیدا کرنے کے لئے اگر یخ کی بجائے یخ کا پانی استعمال کیا جائے تو اُس کی بہت بڑی مقدار درکار ہوگی -

اماعتِ یخ کی مخفی حرارت —— تم دیکھ چکے ہو کہ یخ پگھلتا ہے تو حرارت کی کچھ مقدار اُس کے وجود میں مخفی ہو جاتی ہے - لیکن اِس سے یہ پتہ نہیں چلتا کہ یخ کے وزن اور اُس کی مخفی حرارت کی مقدار میں کیا رشتہ ہے - اِس مطلب کے لئے ضروری ہے کہ یخ کی کوئی خاص

مقدار لی جائے اور دیکھا جائے کہ اِس کی اماعت میں کتنی حرارت مخفی ہو جاتی ہے۔ یخ کی مقدار اگر وزن کی ایک اِکائی کے برابر ہو تو اِس میں حساب کی سہولت رہتی ہے۔

حرارت کی وہ مقدار جو ۰ مر تپش کے ایک گرام یخ کو پگھلا کر ۰ مر تپش کے پانی میں تبدیل کر دیتی ہے اُس کو اماعتِ یخ کی مخفی حرارت کہتے ہیں۔ یا اختصار منظور ہو تو صرف پانی کی مخفی حرارت کہہ دیتے ہیں۔

تجربہ سے ثابت ہے کہ ۰ مر کی تپش کے ایک گرام یخ کو پگھلا کر اِسی تپش کا پانی بنا دینے کے لئے حرارت کی ۸۰ اِکائیاں درکار ہیں۔ حرارت کی اِکائی یعنی حرارہ' کی تعریف اور پانی کے واردات پر غور کرو تو اِس خیال کو تم یوں ادا کر سکتے ہو کہ ۰ مر تپش کے ایک گرام یخ کو اِسی تپش کا پانی بنا دینے کے لئے اِس قدر حرارت درکار ہے جو ایک گرام پانی کی تپش میں ۸۰° مر کا اضافہ کر سکتی ہے یا ۸۰ گرام پانی کی تپش کو ۱° مر بڑھا دیتی ہے۔

اِس مقام پر تم یہ سوال کر سکتے ہو کہ حرارت کی یہ مقدار جو ٹھوس کو مایع بنا دینے میں صرف ہو جاتی ہے کیا ہمیشہ کے لئے گم ہو گئی؟ کیا یہ ممکن نہیں کہ اِس حرارت کو پھر واپس لے سکیں؟ تجربہ سے ثابت ہے کہ کسی ٹھوس کو مایع بنانے میں جو حرارت صرف ہوتی ہے اُس کو چاہیں تو ہم واپس لے سکتے ہیں۔ چنانچہ وُہی مایع جب جم کر

ٹھوس بنتا ہے تو اسی قدر حرارت اُس کے وجود سے خارج ہوتی ہے۔ جب تک یہ حرارت نکل نہ جائے مایع کا ٹھوس بن جانا ممکن نہیں۔ اِس سے ظاہر ہے کہ ٹھوس کو مایع بنانے میں جو حرارت مخفی ہو جاتی ہے اُس کو مایع کے ٹھوس بنتے وقت پھر ظاہر ہونا پڑتا ہے۔

اماعتِ یخ کی مخفی حرارت دریافت کرنے کا قاعدہ

تجربہ ۴۸ —— دھات کے ایک حرارہ پیما کو تول کر اُس میں اتنا گرم پانی ڈال دو کہ وہ نصف کے قریب بھر جائے۔ پھر حرارہ پیما اور پانی دونوں کو ایک ساتھ تولو۔ اِس سے پانی کا وزن معلوم ہو جائیگا۔ اِس کے بعد کچھ یخ لے کر اُس کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑے کرو اور سیاہی چوس کاغذ کی کئی تہوں میں رکھ کر اِن ٹکڑوں کو بخوبی خشک کر لو یہاں تک کہ پانی کا کوئی نشان اُن کی سطح پر باقی نہ رہے۔ اب پانی کو اچھی طرح ہلاؤ کہ اُس کے ہر حصہ کی تپش ایک حال پر آ جائے۔ جب اِس طرف سے اطمینان ہو جائے تو پانی کی تپش دیکھ لو اور اِس کے بعد یخ کے خشک ٹکڑوں کو فوراً پانی کے اندر ڈال دو۔ یخ کو پانی میں ڈالتے وقت اِس بات کا خیال رکھنا چاہئے کہ پانی کا کوئی قطرہ حرارہ پیما سے اُڑ کر باہر نہ نکل جائے۔ جب یخ پانی کے اندر پہنچ جائے تو اِس کے بعد اِس "یخ اور پانی کے آمیزہ" کو لگاتار ہلاتے رہو۔ جب یخ سب کا سب پگھل جائے تو فوراً تپش پیما کو پڑھ لو۔ تپش پیما کو ابتدا ہی سے

حرارہ پیما میں رکھ دینا چاہیئے۔ حرارہ پیما اور اُس کے پانی کا وزن پہلے سے معلوم ہے۔ اب اِس کو پھر تولو اور دیکھو اِس کا وزن کِس قدر بڑھ گیا ہے۔ یہ زیادتی تمہارے یخ کا وزن ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ اِن مقدمات سے مخفی حرارت کیونکر دریافت ہوتی ہے۔

فرض کرو کہ

حرارہ پیما کا وزن = $و_۱$ گرام

حرارہ پیما کی حرارتِ نوعی = نع

لہٰذا حرارہ پیما کا آبِ مساوی = $و_۱$ نع

گرم پانی کا وزن = $و_۲$ گرام

یخ کا وزن = $و_۳$ گرام

پانی کی ابتدائی تپش = $ت_۱°$ م

پانی کی آخری تپش = $ت_۲°$ م

یخ کی مخفی حرارت = مخ

گرم پانی کا نقصانِ حرارت = $و_۲ (ت_۱ - ت_۲)$

حرارہ پیما اور گرم پانی کی ابتدائی تپش بلا شبہ ایک حال پر ہے اور یہ ظاہر ہے کہ اِن دونوں کی آخری تپش بھی مساوی ہونی چاہیئے۔

لہٰذا حرارہ پیما کا نقصانِ حرارت = $و_۱$ نع $(ت_۱ - ت_۲)$

گرم پانی اور حرارہ پیما کے وجود سے جو حرارت خارج ہوئی ہے اُس کا کچھ حصہ تو یخ کو پگھلا کر پانی بنانے میں صرف ہُوا ہے اور کچھ حصہ اِس پانی کی تپش کو °۰ م سے $ت_۲°$ م پر پہنچانے میں۔

بناءً بریں

یخ کا کسبِ حرارت $= \text{و}_{۳} \times \text{مخ}$

یخ سے بنے ہوئے پانی کا کسبِ حرارت $= \text{و}_{۳} \times \text{ت}_{۲}$

لیکن ایک طرف کا نقصانِ حرارت دُوسری طرف کے کسبِ حرارت کا مساوی ہونا چاہئیے ۔ لہٰذا

$$\text{و}_{۳}\,\text{مخ} + \text{و}_{۳}\,\text{ت}_{۲} = \text{و}_{۱}(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) + \text{و}_{۲}\,\text{نع}\,(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲})$$

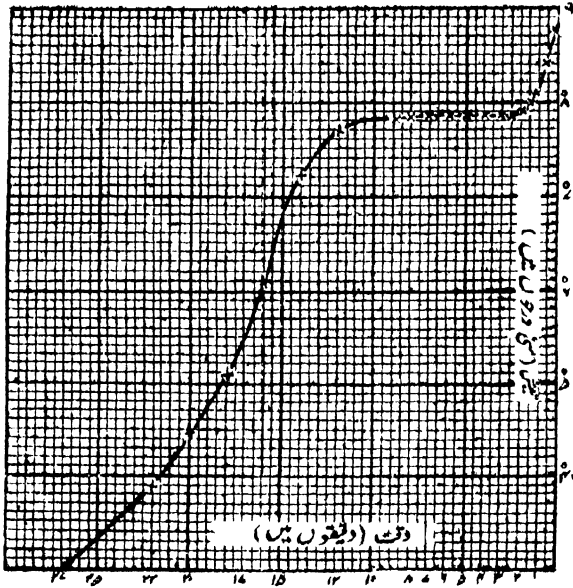
یا

$$\text{و}_{۳}\,\text{مخ} = \text{و}_{۱}(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) + \text{و}_{۲}\,\text{نع}\,(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) - \text{و}_{۳}\,\text{ت}_{۲}$$

$$\text{مخ} = \frac{\text{و}_{۱}(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) + \text{و}_{۲}\,\text{نع}\,(\text{ت}_{۱} - \text{ت}_{۲}) - \text{و}_{۳}\,\text{ت}_{۲}}{\text{و}_{۳}}$$

اِس تجربہ میں ہم نے اِس بات کو مان لیا ہَے کہ جو چیزیں ہم نے استعمال کی ہَیں اُن کے سِوا کسی غیر چیز کو حرارت کے اِس ردّ و بدل میں کوئی دخل نہیں ۔ لیکن یہ ظاہر ہَے کہ تجربہ میں ہم نے تپش پیما کو بھی استعمال کیا ہَے ۔ لہٰذا ضرور ہَے کہ اِس کے وجود سے بھی کچھ حرارت خارج ہو کر یخ کے وجود میں چلی جائے ۔ علاوہ بریں تجربہ میں وقت صرف ہوتا ہَے اور اِس وقت میں کچھ نہ کچھ حرارت **اشعاع** کے عمل سے بھی اِدھر اُدھر منتشر ہو جاتی ہَے ۔ اِس لئے اگر حساب میں نزاکت مطلوب ہو تو اِن پہلوؤں کا خیال رکھنا بھی ضروری ہَے ۔

نقطۂ اماعت، تبرید کے مُنحنی کے قاعدہ سے ـــــ کسی ٹھوس کو پگھلا کر اگر ٹھنڈا ہونے کے لئے رکھ دیا جائے اور وقت کے مساوی وقفوں کے بعد اُس کی

تپش دیکھتے رہیں تو کچھ دیر تک اُس کی تپش ایک خاص انداز کے ساتھ گھٹتی رہتی ہے۔ لیکن یہ پگھلا ہؤا مادہ جب ٹھوس کی حالت اختیار کرنے لگتا ہے تو تپش تقریباً ایک حال پر ٹھیر جاتی ہے اور جب تک یہ عمل مکمل نہ ہو جائے اِسی حال پر مستقل رہتی ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ جب مایع ٹھوس کی حالت میں آتا ہے تو اُس کی اماعت کی مخفی حرارت پھر ظاہر ہو جاتی ہے اور تبرید سے پیدا ہونے والے نقصانِ حرارت کو تقریباً پُورا کر دیتی ہے۔ جب انجماد کا عمل ختم ہو جاتا ہے تو اِس کے بعد تپش پھر گھٹنے لگتی ہے اور ایک اندازِ مقرر سے گھٹتی جاتی ہے۔ اب اگر ایک طرف وقت کے وقفوں کو اور دُوسری طرف تپش کے اُس تنزل کو رکھا جائے جو اِن وقفوں میں دیکھا گیا ہے، پھر اِن دونوں کی مدد سے مربعدار کاغذ پر ایک مُنحنی تیار کیا جائے، تو اِس منحنی میں جسمِ مذکور کے ٹھوس بننے کا زمانہ، خطِ اُفقی سے تعبیر ہو گا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس دَوران میں تپش میں کوئی فرق نہیں آیا۔ صرف وقت بدلتا رہا ہے۔ تمہارے کاغذ پر مُنحنی کے اِس اُفقی حصہ کے مقابل جو تپش ہے وُہی انجماد کی تپش ہے اور **انجماد کی تپش اور اماعت کی تپش ایک ہی نقطہ کے دو نام ہیں**۔ صرف طریقِ ادا کا اختلاف ہے۔ ذیل میں ہم ایک مُنحنی کی تصویر (شکل ۱۸۱) درج کرتے ہیں۔ یہ نفتالین کی تبرید کا مُنحنی ہے۔

اگر پوری احتیاط مدِ نظر نہ ہو تو اِس قاعدہ سے نقطۂ مذکور کی تشخیص صرف تقریبی سی ہو سکتی ہے۔ تجربہ کے دوران میں اماعت کی مخفی حرارت پھر ظاہر ہونے لگتی ہے۔ جب

وقت (دقیقوں میں)

شکل ۴۱

نفتالین کی تبرید کا منحنی

تک اِس حرارت کے ہٹا دینے کا انتظام نہ کر دیا جائے مایع کا جم کر ٹھوس بن جانا ممکن نہیں۔ لہٰذا تجربہ میں اِس بات کا خیال رکھنا نہایت ضروری ہے۔ جس برتن میں مایع کو رکھ کر ٹھنڈا کرتے ہو وہ کسی عمدہ مُوصل دھات کا ہونا چاہئے۔ ورنہ یہ مقصد بخوبی حاصل نہ ہو سکیگا۔

تجربہ ۴۹ ــــــ نقطۂ اماعت ۔ ایک چھوٹی سی امتحانی نلی لے کر اُس کے مُنہ میں کاک لگا دو اور جیسا کہ شکل ۴۲ میں دکھایا گیا ہے کاک کے سُوراخ میں تپش پیما داخل کر دو۔ کاک کے پہلو میں ایک چھوٹی سی نالی بنا دینی چاہئے تاکہ جب نلی کی ہوا گرم ہو کر پھیلے

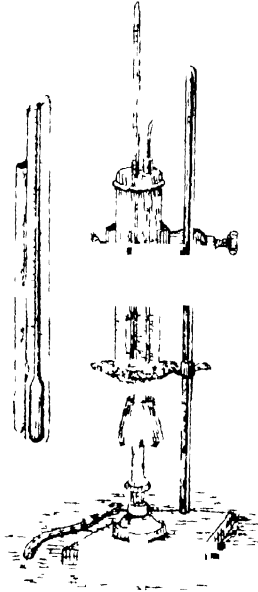
تو اُسے نلی سے باہر نکل جانے کا موقع مِل سکے ۔ ورنہ دباؤ کی زیادتی سے نتیجہ غلط ہو جائیگا ۔ نلی کے اندر کچھ موم ڈال کر پگھلاؤ ۔ جب موم پگھل جائے تو تپش پیما کو سہارا دے کر اِس طرح عموداً کھڑا کرو کہ امتحانی نلی میز کو چُھونے نہ پائے ۔

اب پگھلا ہؤا موم بالتدریج ٹھنڈا ہوتا جائیگا ۔ تپش پیما کو ہر نصف دقیقہ کے بعد پڑھتے جاؤ اور جب تک موم کی تپش اُس کے نقطۂ انجماد سے بہت نیچے نہ پہنچ جائے اِس عمل کو برابر جاری رکھو ۔ اِس کے بعد وقت کے وقفوں اور تپش کے تدریجی تنزل کو تعبیر کرنے کے لئے مربعدار کاغذ پر موم کی تبرید کا مُنحنی بناؤ ۔ اور بتاؤ اِس سے موم کا نقطۂ انجماد کیا نکلتا ہے ۔

شکل ۴۲

اُوپر کے قاعدہ سے جس چیز کا نقطۂ انجماد معلوم کرنا ہو اُس کی اچھی خاصی مقدار استعمال کرنی پڑتی ہے ۔ اِس لئے اگر کسی چیز کی کافی مقدار میسّر نہ آسکتی ہو تو یہ قاعدہ کام نہیں دے سکتا ۔ اِس حالت میں ذیل کے قاعدہ پر عمل کرنا چاہئے ۔

تجربہ نمبر ۵ ——— پتلے شیشہ کی تنگ نلی کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا لو اور جس چیز کا نقطۂ انجماد معلوم کرنا ہے اُس کو پگھلا کر نلی کا ایک سِرا اُس کے

اندر رکھ دو ۔ مایع کی حالت میں، جذبِ شعری سے وہ چیز خود بخود نلی کے اندر داخل ہوجائیگی ۔ اِس کے بعد شعلہ میں رکھ کر نلی کے دونوں مُنہ بند کر دو۔ پھر تاگا لے کر اِس نلی کو جیسا کہ شکل ۴۳ میں دکھایا گیا ہے تپش پیما کے جوف کے ساتھ باندھو ۔ اور تپش پیما کو کاک کے سُوراخ میں داخل کر کے کاک امتحانی نلی کے مُنہ میں لگا دو۔ امتحانی نلی میں کوئی ایسا مایع ڈال دینا چاہئے جس کا نقطۂ جوش اِس چیز کے نقطۂ انجماد سے بلند تر ہو۔ مثلاً اگر یہ چیز موم ہے تو اِس صورت میں پانی بخوبی کام دے جائیگا ۔ کاک کے اندر ایک اَور سُوراخ ہونا چاہئے جس میں پانی کو ہلانے کے لئے کوئی مُڑی ہوئی چیز داخل ہو سکے۔ اگر پانی کو ہلایا نہ جائیگا تو اُس کے تمام حصوں کی تپش ایک حال پر نہ آسکیگی اور تمہارے تجربہ کا نتیجہ غلط ہو جائیگا۔

شکل ۴۳

جب یہ سارا سامان تیار ہو جائے تو اِس پن جنتر کو گرم کرنا شروع کرو اور پانی کو ہلاتے رہو ۔ جب موم پگھلنے لگے تو عین اُسی وقت فوراً تپش پیما کو پڑھ لو ۔ پھر شعلہ کو پن جنتر کے نیچے سے ہٹا لو اور دیکھو کس تپش پر پہنچ کر موم جمنے لگتا ہے ۔ اِن دونوں تپشوں کا اوسط، موم کا نقطۂ انجماد ہوگا ۔ تجربہ کئی بار کرنا چاہئے ۔ اِس صورت میں جب بہت سے تجربوں کے نتائج کا اوسط

یں جائیگا تو مشاہدہ کی غلطی کا احتمال کم ہو جائیگا ۔

تجربہ ۵۱ ——— قاعدۂ بالا سے گندک کا نقطۂ انجماد دریافت کرو ۔ اِس بات کو یاد رکھو کہ گندک کے لئے ین جنتر کام نہیں دے سکتا ۔ اِس کے لئے گندک کے تیزاب یا ارنڈی کے تیل کا جنتر استعمال کرنا پڑیگا ۔

چند چیزوں کے نقاطِ انجماد

ایتھر	-۱۲۹°
پارا	-۳۸٫۸°
تارپین	-۲۷°
تانبا	۱۰۶۸°
جست	۴۱۹°
چاندی	۹۵۵°
زاجیہ	۶۵۵°
زرنیخین	۵۰۰°
زہرین زرد	۴۴°
سرکہ کا تیزاب	۱۷°
سفید موم	۶۵°
سیسا	۳۲۸°
زعفنین	۱۲°
غول	-۱۳۰٫۵°

فولاد	۱۳۶۰° م
قلعی	۲۳۲°
قلویہ	۵۵°
کُحلیہ	۶۳۰°
گندک	۱۱۴°
معمولی لوہا	۱۱۰۰°
مکھن	۳۳°
نطرونیہ	۹۰°
نُقریہ	۱۷۳۰°
نمکِ طعام	۸۵۱°
یخ	۰°

نُقریہ کی طرح جن چیزوں کا نقطۂ اماعت بہت بلند ہے اُن کو طبیعیات کی زبان میں متمرّد کہتے ہیں۔

بھرتوں کی اماعت —— بھرت کی دھاتوں میں یہ عجیب خاصیت پائی جاتی ہے کہ اُن کا نقطۂ اماعت اپنے اجزا کے مقابلہ میں عموماً پست تر ہوتا ہے۔ مثلاً پانچ حصہ قلعی اور ایک حصہ سیسے کا بھرت ۱۹۴° م پر پگھلنے لگتا ہے حالانکہ قلعی ۲۳۲° م پر پگھلتی ہے اور سیسا ۳۲۸° م پر پگھلتا ہے۔ اِسی پر اَور بھرتوں کو قیاس کر لو۔ یہ خاصیت کچھ دھاتوں ہی سے مخصوص نہیں نمکوں کے آمیزے بھی عموماً اِسی وضع کے پابند ہیں۔ چنانچہ مختلف نمکوں کا آمیزہ

لے کر اُس کو حرارت پہنچائی جائے تو یہ آمیزہ اپنے اجزا کے مقابلہ میں بہت کم درجہ کی تپش پر پگھلنے لگتا ہے۔

اِماعت کے دَوران میں حجم کا تغیر

عام طور پر ٹھوس جسموں کا یہ حال ہے کہ وہ پگھل کر مایع کی حالت اختیار کرتے ہیں تو اُن کا حجم پہلے کی بہ نسبت بڑھ جاتا ہے۔ لیکن بعض چیزیں ایسی بھی ہیں جو پگھل کر مایع بنتی ہیں تو پہلے کی بہ نسبت کم جگہ گھیرتی ہیں۔ پہلی صورت میں ٹھوس اپنے مایع میں ڈوب جاتا ہے۔ اور دُوسری صورت میں ٹھوس اپنے مایع کے اندر تیرتا رہتا ہے۔

اِنجماد کے دَوران میں یخ کا پھیلاؤ

جب ہم یہ دیکھتے ہیں کہ یخ پانی میں تیرتا رہتا ہے تو اِس بات میں کوئی شک نہیں رہتا کہ یخ کی کثافت پانی کے مقابلہ میں کم ہے یعنی جب پانی جم کر یخ بنتا ہے تو پھیل جاتا ہے۔ تجربہ سے ثابت ہے کہ ۱۰۰ مکعب سنتی میتر پانی منجمد ہو کر حجم میں تقریباً ۱۰۹ مکعب سنتی میتر ہو جاتا ہے۔

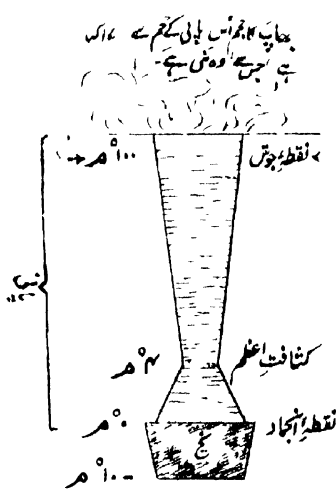
انجماد کے دَوران میں پانی پھیلتا ہے تو اِس سے بہت سی قوت ظاہر ہوتی ہے۔ چنانچہ مضبوط لوہے کے کھوکھلے گولوں میں پانی بھر کر اُن کا مُنہ خوب کس کر بند کر دیا جائے اور اُن کو اِتنا ٹھنڈا کیا جائے کہ پانی جمنے لگے تو اُس سے اِتنی قوت ظاہر ہوگی کہ گولے پھٹ جائینگے۔ سرد ملکوں

میں جب جاڑے کا موسم آتا ہے تو سخت سردی کے وقت آب رسانی کے نلوں کا عموماً یہی حال ہوتا ہے۔

تجربہ ۵۲ — اماعت کے دوران میں یخ کا سکڑاؤ۔ شیشہ کی ایک صُراحی کو اس طرح مرتب کرو جیسا کہ شکل ۴۴ میں دکھایا گیا ہے۔ پھر صُراحی کے اندر تھوڑا سا یخ کُوٹ کر ڈالو اور باقی حصہ میں پانی بھر دو۔ اس کے بعد صُراحی کے مُنہ میں کاک لگاؤ اور اُسے یہاں تک دباؤ کہ پانی شیشہ کی تنگ نلی میں اچھی خاصی بلندی تک پہنچ جائے۔ دیکھو جب یخ پگھلتا ہے تو پانی نلی میں کس طرح نیچے اُترتا آتا ہے۔

شکل ۴۴

تجربہ ۵۳ — پانی کی یخ بستگی سے برتن کا چٹخ جانا — چوڑے سوراخ کی ایک شیشہ کی نلی لو اور پھکنی کے شعلہ پر رکھ کر اُس کے ایک سرے پر سلیمانی مُہر کر دو۔ پھر اس سرے سے چند سنتی میٹر کے فاصلہ پر نلی کو گرم کرو۔ جب شیشہ گرم ہو جائے تو نلی کو دونوں طرف یہاں تک کھینچو کہ نرم شدہ حصہ پتلی سی نلی بن جائے۔ اب اسے ٹھنڈا کر کے اس کے اندر اتنا پانی ڈالو کہ بند سرے والا حصہ سب کا سب بھر جائے۔ پھر جس مقام پر نلی کو پتلا کر دیا تھا اُس مقام پر پھکنی کے شعلہ سے حرارت پہنچا کر شیشہ کو پگھلا دو کہ وہاں سلیمانی مُہر ہو جائے۔ اس طرح نلی کا دُوسرا سرا بھی بند ہو جائیگا۔ اس کے بعد اس پانی سے بھری ہوئی نلی کو یخ اور نمک کے بُرادی آمیزہ میں رکھ دو۔

چند منٹ میں اِس کا پانی ٹھنڈا ہو کر جمنے لگیگا اور نلی پھٹ جائیگی۔
جب یخ کو حرارت پہنچا کر اِس قدر گرم کرتے ہیں کہ وہ آخر کار بھاپ کی شکل اختیار کر لیتی ہے تو اِس دَوران میں اُس کے حجم میں جو تغیر واقع ہوتے ہیں وہ شکل ۴۵ سے نہایت عمدہ طور پر واضح ہو سکتے ہیں۔ -۱۰° م تک پہنچنے میں باقی ٹھوس جسموں کی طرح یخ بھی پھیلتا جاتا ہے۔ جب اِس نقطہ پر پہنچتا ہے تو پگھلنے لگتا ہے۔ اِس سے جو ۰° م کا پانی تیار ہوتا ہے وہ ۴° م کی تپش تک بالتدریج سکڑتا جاتا ہے۔ پھر اِس کے بعد ۱۰۰° م تک برابر پھیلتا رہتا ہے۔ جب ۱۰۰° م کی تپش پر پہنچ کر سب کا سب اِسی درجۂ تپش کی بھاپ بن جاتا ہے تو اِس بھاپ کا حجم اپنے پانی کے حجم سے سترہ سو گنا ہوتا ہے۔

شکل ۴۵

حل شدہ چیزوں کا اثر مایع کے نقطۂ انجماد پر

تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ کسی مایع میں کوئی ٹھوس چیز حل کر دی جائے تو مایع کا نقطۂ جوش زیادہ بلند ہو جاتا ہے۔ اب آؤ یہ دیکھیں کہ

حل شدہ چیزیں نقطۂ انجماد پر کیا اثر ڈالتی ہیں - یہ بات تجربہ سے ثابت ہوچکی ہے کہ کسی مایع کے اندر کوئی غیر چیز گھلی ہوئی ہو تو اُس کا نقطۂ انجماد معمول سے نیچے اُتر آتا ہے - اِس کی پستی ایک حد تک حل شدہ چیز کی مقدار پر موقوف ہوتی ہے - حل شدہ چیز کی مقدار اگر زیادہ ہو تو نقطۂ انجماد کی پستی بھی زیادہ ہوگی - لیکن حل شدہ چیز اور محلِّل کے تناسب کا لحاظ بھی ضروری ہے -

اِنجمادی آمیزے اِسی اُصول پر تیار کئے جاتے ہیں - پگھلتے ہوئے یخ میں نمک مِلا دو تو اِس آمیزہ کی تپش ۰م سے بہت نیچے آجائیگی -

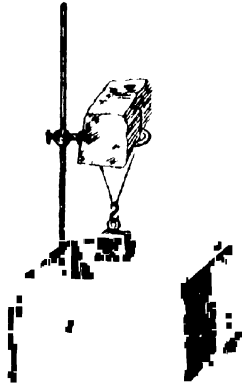
دباؤ کا اثر نقطۂ انجماد پر ---- یہاں تک جو کچھ ہم نے بیان کیا ہے اُس میں دباؤ کا کچھ لحاظ نہیں رکھا - اب آؤ یہ دیکھیں کہ دباؤ کا اثر نقطۂ انجماد پر کیا ہوتا ہے - ذرا سی توجہ سے تم اِس بات کو سمجھ سکتے ہو کہ کوئی مایع اگر منجمد ہوکر پھیل جاتا ہو تو اُس کے وجود پر جتنا دباؤ زیادہ ہوگا اُسی قدر اُس کے انجماد میں روک پیدا ہوجائیگی - نتیجہ اِس کا یہ ہوگا کہ انجماد کے لئے اُس کی تپش کو معمول سے زیادہ گھٹانا پڑیگا - اور اگر مایع اِس قسم کا ہے کہ ٹھوس کی حالت میں آکر اُس کا حجم گھٹ جاتا ہے تو ضرور ہے کہ دباؤ کی زیادتی اُس کے انجماد کے لئے مفید ہو - کیونکہ حجم کا گھٹ جانا اِس بات کی

دلیل ہے کہ سالمات کے درمیانی فاصلے کم ہوگئے ہیں۔ اِس صورت میں ظاہر ہے کہ دباؤ کی زیادتی سالمات کو ایک دُوسرے کے قریب لانے میں مدد دیگی۔ اِس لئے انجماد میں سہولت ہو جائیگی اور جسم مذکور سرد ہوکر اپنے معمولی نقطۂ انجماد پر پہنچنے سے پہلے ہی جمنے لگیگا۔ اِسی طرح تم اماعت پر غور کرسکتے ہو۔ اگر کوئی ایسا جسم پگھل رہا ہو جو ٹھوس کی بہ نسبت مایع کی حالت میں زیادہ جگہ گھیرتا ہے تو دباؤ کی زیادتی اُس کے پھیلاؤ کو روکیگی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ ٹھوس کے پگھلنے میں روک پیدا ہو جائیگی۔ اور پگھلانے کے لئے اُس کو معمول سے بلند تر تپش پر پہنچانا پڑیگا۔ لیکن ٹھوس اگر اِس قماش کا ہے کہ یخ کی طرح مایع کی حالت میں آکر اُس کا حجم کم ہو جاتا ہے تو دباؤ کی زیادتی کو اُس کے پگھلنے میں مددگار ہونا چاہئے۔ اِس صورت میں ٹھوس کا نقطۂ اماعت پست ہو جائیگا۔

پانی مایع کی بہ نسبت ٹھوس کی حالت میں زیادہ جگہ گھیرتا ہے۔ اِس لئے جب اِس کے وجود پر دباؤ پڑتا ہے تو اِس کا نقطۂ انجماد ۰° م سے پست ہو جاتا ہے۔ چنانچہ یخ پر گاڑی چلتی ہے تو یخ اُس کے پہیّوں کے دباؤ سے پگھل جاتا ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ اِس دباؤ کی تحت میں نقطۂ انجماد ۰° م سے نیچے اُتر آتا ہے۔ اِس لئے ۰° م پر پانی یخ کی حالت میں نہیں رہ سکتا اور پگھل کر پانی

ہو جاتا ہے۔ پھر جب پہیّے کا دباؤ اُٹھ جاتا ہے تو یہ پانی جم کر پھر یخ بن جاتا ہے۔ لیکن اِس بات کو یاد رکھو کہ یہ واقعہ جب ہی پیش آتا ہے کہ یخ کی تپش ۰° م سے بہت کم نہ ہو۔ اگر یخ کی تپش ۰° م سے بہت گِری ہوئی ہو تو ممکن ہے کہ گاڑی کا دباؤ اِس کو پگھلا دینے کے لئے کافی نہ ہو۔

یخ کا جُڑ جانا ——— تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ یخ کے دو ٹکڑوں کو جب ایک دُوسرے کے ساتھ مِلا کر رکھ دیا جاتا ہے تو تھوڑی سی دیر کے بعد دونوں ایک ذات ہو جاتے ہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ ہوا میں رکھے ہوئے یخ کی سطح عموماً ۰° م پر رہتی ہے۔ جب دو ٹکڑوں کو مِلا کر رکھ دیتے ہیں تو اُن کے وجود سے ایک دُوسرے پر دباؤ پڑتا ہے جس کی وجہ سے نقطۂ انجماد ۰° م سے نیچے آ جاتا ہے اور مماس کے مقام پر تھوڑا سا یخ پگھل کر پانی بن جاتا ہے۔ یہ پانی رِس رِس کر کناروں کی طرف آتا ہے۔ یہاں دباؤ کم ہے۔ اِس لئے یہ پانی اُسی تپش پر جم کر پھر یخ کی شکل اختیار کر لیتا ہے اور اِس کی مدد سے دونوں ٹکڑے ایک دُوسرے کے ساتھ جُڑ کر ایک ذات ہو جاتے ہیں۔

اِس مسئلہ کا ایک نہایت دلچسپ ثبوت

ہے ۔ یخ کا ایک لمبا ٹکڑا
قرنبیق کی ٹیکن کے حلقہ
(شکل ۴۶) پر رکھو اور اُس کے
اُوپر وسط کے قریب ایک تار
لٹکا کر تار کے دونوں سروں
پر وزن باندھ دو ۔ تھوڑی
سی دیر کے بعد تم دیکھو گے
کہ تار، یخ کو کاٹتا ہؤا اُس
میں سے صاف گزر گیا
اور یخ کے وجود میں خراش
تک نظر نہیں آتی ۔ اب بتاؤ یہ معمّا کیونکر حل کیا
جائیگا ؟

شکل ۴۶

یخ کا جو حصہ تار کے نیچے ہے جب اُس پر
تار کے وجود سے دباؤ پڑتا ہے تو نقطۂ انجماد بدل جاتا ہے
اور یخ کا یہ حصہ پگھل کر پانی بن جاتا ہے ۔ پھر ظاہر
ہے کہ پانی میں سے تار کا گزر جانا کچھ تعجب کی بات
نہیں ۔ جب تار اِس پانی میں سے گزر جاتا ہے تو اِس
سے نیچے کا یخ تار کے دباؤ میں آکر پگھلنے لگتا ہے ۔
یخ کا جو حصہ اِس سے پہلے پانی بن چکا تھا وہ اِس
وقت تار کے اُوپر ہے ۔ اور یہاں اب دباؤ وہ نہیں
جس نے اُس کو پگھلا کر پانی بنا دیا تھا ۔ اِس لئے یہ پانی

پھر جم کر یخ بن جاتا ہے اور یخ کی درز باقی نہیں رہتی۔
یہی بست و گداخت کا سلسلہ اخیر تک چلا جاتا ہے۔
یہاں تک کہ آخرکار تار' یخ کے وجود سے پار ہو جاتا ہے۔

برفانی ملکوں میں جہاں آسمانی برف کی بہتات رہتی ہے بچے عموماً برف کی گیندیں بنا بنا کر کھیلتے ہیں۔ جب برف کے چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کو ہاتھ میں لے کر دباتے ہیں تو وہ سب جڑ کر ایک جان ہو جاتے ہیں۔ اِس کی وجہ بھی وُہی ہے جو ہم نے اُوپر بیان کی ہے۔ اِن چھوٹے چھوٹے ٹکڑوں کی تپش اگر °م کے قریب ہو تو یہی ہاتھ کا معمولی سا دباؤ اُن کو جوڑ دینے کے لئے کافی ہے۔ لیکن برف کی تپش اگر اِس درجہ سے بہت کم ہو تو اِس صورت میں ہاتھ سے دبا کر گیند بنا لینا ممکن نہیں۔ اِس میں شک نہیں کہ دباؤ کی زیادتی سے نقطۂ انجماد نیچے اُتر آتا ہے۔ لیکن اگر تپش پہلے ہی بہت پست ہو تو اِس حالت میں برف کو پگھلانے کے لئے بہت زیادہ دباؤ درکار ہوگا۔

تبخیر میں حرارت غائب ہو جاتی ہے۔

ہم پہلے بتا چکے ہیں کہ مادّی جسموں کی تپش اُن کے سالمات کی حرکت کا نتیجہ ہے۔ لیکن کسی جسم میں تمام سالمات کی حرکت مساوی نہیں ہوتی۔

اِس لئے جو کچھ ہمارے احساس میں آتا ہے اُس کو تمام سالمات کی حرکت کا اوسط سمجھنا چاہئے۔ پھر تم یہ بھی دیکھ چکے ہو کہ مایع کے جن سالمات کی حرکت زیادہ تیز ہوتی ہے وہ مایع کے وجود سے پہلے خارج ہوتے ہیں۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ جب کسی مایع کے وجود سے تیز تیز حرکت کرنے والے سالمات خارج ہوتے جائینگے تو باقی سالمات کی حرکت کا اوسط گھٹتا جائیگا۔ پھر کوئی وجہ نہیں کہ مایع کی تپش گھٹتی نہ جائے۔ چنانچہ تبخیر کے عمل سے مایع کے وجود میں ٹھنڈک پیدا ہو جاتی ہے۔ اِس وقت مایع کی تپش کم ہوتی ہے اور برتن کی تپش زیادہ۔ اِس لئے برتن کی حرارت مایع کی طرف رجوع کرتی ہے اور برتن بھی ٹھنڈا ہونے لگتا ہے۔ اِسی طرح اِرد گِرد کی ہوا اپنی حرارت برتن کو دیتی ہے اور ہوا سے مایع کی طرف حرارت کا سلسلہ شروع ہو جاتا ہے۔ لہذا ہم کہہ سکتے ہیں کہ جب کوئی مایع بخار کی شکل میں تبدیل ہوتا ہے تو اِس عمل میں حرارت کی کچھ مقدار ضرور صَرف ہوتی ہے۔ مایع آہستہ آہستہ بخار کی شکل اختیار کرے یا جوش کھا کرؐ اِس سے صَرف ہونے والی حرارت کی مقدار میں کچھ فرق نہیں آتا۔ دونوں صورتوں میں مایع کے ہر گرام کو بخار بننے کے لئے حرارت کی مساوی مقدار درکار ہے۔ جوش کے وقت یہ حرارت شعلہ

یا آگ سے آتی ہے اور معمولی تبخیر میں اُن چیزوں کے وجود سے جو مایع کو چھو رہی ہوں۔ تبخیر جس قدر تیزی کے ساتھ عمل میں آئے حرارت بھی اُسی قدر تیزی کے ساتھ جذب ہوتی ہے۔ چنانچہ تبخیر اگر تیز ہو تو مایع کی ٹھنڈک بہت نمایاں ہو جاتی ہے۔ مثلاً تھوڑا سا غول یا ایتھر ہاتھ پر ڈال دو تو وہ فوراً بخار بن کر غائب ہو جائیگا اور تمہارے ہاتھ کو ٹھنڈک محسوس ہوگی۔ اِن چیزوں کی تبخیر کے لئے جو حرارت درکار ہے وہ تمہارے ہاتھ سے آتی ہے اور جُوں جُوں مایع بخار کی شکل اختیار کرتا جاتا ہے ہاتھ زیادہ ٹھنڈا ہوتا جاتا ہے۔ ایتھر کی تبخیر میں اِس قدر حرارت جذب ہوتی ہے کہ ایتھر کے برتن سے چھوتا ہُوا رکھ کر پانی کو یخ بنا سکتے ہیں۔ یہ تجربہ اِس سے پہلے تمہاری نگاہ سے گزر چکا ہے۔

مایع کی کوئی معیّن مقدار معمولی تبخیر کے عمل سے بخار کی شکل اختیار کرے یا جوش کھا کر تھوڑی سی مدت میں بخار بن جائے، دونوں صورتوں میں تبدیلِ حالت کے لئے حرارت کی مساوی مقدار درکار ہے۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ معمولی تبخیر کا عمل تدریجی ہے۔ اِس لئے حرارت کے غائب ہو جانے کا اِحساس کم ہوتا ہے۔ جوش کا عمل مقابلةً فوری ہے۔اِس لئے یہاں حرارت کا جذب ہو جانا زیادہ محسوس ہوتا ہے۔ یہ حرارت جو

تبخیر کے وقت مایع کو بخار بنانے میں صرف ہو جاتی ہے
اسے **تبخیر کی مخفی حرارت** کہتے ہیں - اس کی مقدار ہر
مایع کے لئے جداگانہ ہے۔

بھاپ کی مخفی حرارت ـــــ پانی جوش
کھانے لگے تو پھر اس کی تپش نقطۂ جوش سے آگے نہیں
بڑھتی - جب تک پانی کا کچھ حصہ باقی ہے جس قدر چاہو
حرارت پہنچاتے جاؤ اس کی تپش میں کچھ فرق نہیں آتا-
اس وقت ساری کی ساری حرارت مایع کو بخار بنا دینے
میں صرف ہوتی رہتی ہے - یہ کچھ پانی ہی کی خاصیت
نہیں - ہر مایع کو اسی حال پر پاؤگے۔

ہر مایع میں تبخیر کی مخفی حرارت اس کی اماعت کی
مخفی حرارت سے زیادہ ہوتی ہے - چنانچہ ۱۰۰° م تپش کے
ایک گرام پانی کو اسی تپش کا بخار بنانے میں جو حرارت
صرف ہو جاتی ہے اس کی مقدار اس حرارت سے کئی
گُنا زیادہ ہے جو ۰° م تپش کے یخ کو اسی درجہ کے پانی
میں تبدیل کرنے کے لئے درکار ہے - ۰° م تپش کا ایک
گرام برف ۸۰ حرارے کھاکر ۰° م تپش کا پانی بن جاتا
ہے - لیکن اگر تم یہ چاہو کہ ۱۰۰° م کا ایک گرام پانی اسی
درجہ کی بھاپ بن جائے تو اس مطلب کے لئے ۵۳۶
حرارے صرف کرنے پڑینگے اس لئے **بھاپ کی مخفی
حرارت** ۵۳۶ حرارہ فی گرام ہے - اس کو **تبخیر آب**

کی مخفی حرارت بھی کہتے ہیں۔

بھاپ کی مخفی حرارت، حرارت کی وہ مقدار ہے جو ۱۰۰° م تپش کے ایک گرام پانی کو اسی تپش کی بھاپ میں تبدیل کرنے کے لئے درکار ہے۔

حرارت کی یہ مقدار جس کو ہم مخفی حرارت کہتے ہیں مایع کو بخار بنانے میں صرف ہو جاتی ہے۔ اس سے ہم قیاس کر سکتے ہیں کہ بخار لوٹ کر مایع کی حالت میں آئیگا تو بستگی کے وقت یہ حرارت پھر ظاہر ہوجائیگی۔ جب پانی کو بخار بنانے کے لئے حرارت کی اتنی بڑی مقدار درکار ہے تو بھاپ کے پانی بنتے وقت حرارت کی اتنی ہی بڑی مقدار اُس کے وجود سے خارج ہوگی۔ جب تک اس حرارت کو خارج کر دینے کا انتظام نہ ہو بھاپ کا، بستگی میں آکر، پانی بن جانا ممکن نہیں۔

بھاپ کی مخفی حرارت دریافت کرنے کا ایک موٹا سا قاعدہ یہ ہے کہ ۰° م کے پانی کو ۱۰۰° م پر پہنچانے کے لئے جو وقت درکار ہے اُس کا اُس مدت سے مقابلہ کیا جائے جو اسی وزن کے ۱۰۰° م تپش کے پانی کو بھاپ بنا کر اُڑا دینے میں صرف ہوتا ہے۔ لیکن شرط یہ ہے کہ مبدأ حرارت کا انداز اول سے آخر تک ایک حال پر رہے۔ اس قاعدہ کی بناء حرارہ کی تعریف پر ہے۔ ایک گرام

پانی کی تپش جب ۱°م بڑھتی ہے تو اِس میں جو حرارت صرف ہوتی ہے وُہی حرارت کی اِکائی ہے اور اِسی کا نام حرارہ ہے۔ اِس تعریف کی بناء پر ایک گرام پانی کی تپش کو ۰°م سے ۱۰۰°م تک پہنچانے کے لئے ۱۰۰ حراروں کی ضرورت ہوگی۔ اب اگر مبدأِ حرارت کا انداز مستقل رہے تو پانی کی مدد سے ہم معلوم کرسکتے ہیں کہ مبدأِ مذکور سے کسی وقتِ معیّن کے اندر کس قدر حرارت خارج ہوئی ہے۔ اِس سے خروجِ حرارت کی شرح معلوم ہو جائیگی اور ہم اندازہ کرسکینگے کہ اُسی مبدأِ حرارت نے کسی خاص وقت میں کتنی حرارت دی ہے۔ مثلاً اگر ایک گرام پانی کی تپش کو مستقل انداز کا شعلہ ۱۰ دقیقہ میں ۰°م سے ۱۰۰°م پر پہنچا دے تو ظاہر ہے کہ اِس دَوران میں جو حرارت صرف ہوگی اُس کی مقدار ۱۰۰ حرارہ ہے اور پانی کو ۱۰ حرارہ فی دقیقہ کی شرح سے حرارت پہنچی ہے۔ اب اگر وُہی مبدأِ حرارت اُسی مستقل انداز پر رہ کر ۱۰۰°م تپش کے ایک گرام پانی کو بھاپ بناکر اُڑا دے اور اِس کام میں د دقیقے صرف ہو جائیں تو حرارت کی مقدار ۱۰ د ہوگی۔ یہ حرارت چونکہ ۱۰۰°م تپش کے ایک گرام پانی کو اُسی تپش کی بھاپ بنانے میں صرف ہوئی ہے اِس لئے یہی "بھاپ کی مخفی حرارت" ہے۔

تجربہ ۵۴ ـــــ پانی کی تبدیلی بھاپ

میں ـــــــ دھات کے حرارہ پیما کو یخ میں رکھ کر ٹھنڈا کرلو تاکہ اُس کی تپش ۰°م پر پہنچ جائے ۔ پھر اِس میں ۵۰ مکعب سنتی میتر کے قریب یخ کا پانی ڈال دو اور جلدی سے اُس کی بیرونی سطح کو نمی سے پاک کرکے تار کی جالی پر رکھو ۔ پھر اُسے ایک مستقل انداز کے شعلہ سے گرم کرو۔ اور ذیل کے تین مقامات پر وقت دیکھ لو ۔

۱۔ وہ وقت جب کہ پانی کو حرارت پہنچنا شروع ہوئی ۔

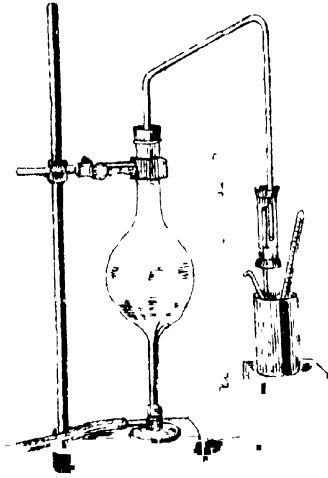
۲۔ وہ وقت جب کہ پانی کی تپش ۰°م سے ۱۰۰°م پر پہنچ گئی

۳۔ وہ وقت جب کہ سارے کا سارا پانی بھاپ بن کر اُڑ گیا

اب (۱) سے (۲) تک وقت کا جو وقفہ ہے اُس کا اُس وقفہ سے مقابلہ کرو جو (۲) سے (۳) تک پڑتا ہے اور اِس سے بھاپ کی مخفی حرارت کا اندازہ لگاؤ ۔ تجربہ میں اگر احتیاط سے کام لیا جائے تو نتیجہ میں ۱۰°/۰ سے زیادہ کی غلطی نہ ہونی چاہئیے ۔

مخفی حرارت کی تخمین میں اُن تمام شرطوں کو نگاہ میں رکھنا ضروری ہے جو حرارتِ نوعی کی تخمین کے لئے درکار ہیں ۔ یہ نہ ہو تو نتیجہ صحیح نہیں ہوسکتا۔ اِس لئے اگر حرارتِ نوعی کی طرح مخفی حرارت کی تخمین میں بھی حد درجہ کی نزاکت درکار ہو تو تجربہ کے آلات میں تمام احتیاطوں کے لئے ضروری سامان پیدا کرنا ہوگا۔ ہم اِس کتاب میں تمہیں اِن اُلجھنوں میں ڈالنا نہیں چاہتے ۔ اِس لئے صرف ذیل کے سادہ سے تجربہ پر اِکتفا کرینگے۔

تجربہ ۵۵ ـــــــ مخفی حرارت کی تخمین۔

ایک صُراحی کو اُس کے متعلقات کے ساتھ اِس طرح ترتیب دو جیسا کہ شکل ۴۷ میں دکھایا گیا ہے۔ پتلی نلی کے ساتھ جو چوڑی نلی لگائی گئی ہے وہ تجربہ میں پھندے کا کام دیتی ہے۔ پتلی نلی کے اندر جو بھاپ پانی کی شکل اختیار کرلیگی وہ اس نلی میں پھنس جائیگی۔ اِس صورت میں حرارہ پیما کے اندر صرف بھاپ ہی بھاپ داخل ہوگی۔ صُراحی میں پانی ڈال کر اُس کو جوش دو۔ جب تک یہ پانی گرم ہو تم ۳۰۰ گرام کے قریب پانی' ایک تُلے ہوئے حرارہ پیما میں تول لو۔ اور دیکھو اس کی تپش کیا ہے۔ صُراحی

شکل ۴۷

میں جو پانی جوش کھا رہا ہے اس کی بھاپ کو چند دقیقوں تک نکلنے دو۔ اِس دَوران میں تمام نلیوں کی تپش بھی بھاپ کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آجائیگی اور اِس بات کا موقع نہ رہیگا کہ بھاپ ٹھنڈی ہوکر حرارہ پیما میں داخل ہو۔ جب اِس طرف سے اطمینان ہو جائے تو حرارہ پیما کو اِس طرح رکھ دو کہ نلی کا مُنّہ پانی میں بخوبی ڈوبا رہے۔ بھاپ جب پانی میں داخل ہوگی تو ٹھنڈی ہوکر پانی بنتی جائیگی۔ اور حرارہ پیما کے پانی کی تپش بڑھنے لگیگی۔ تجربہ کے دَوران میں پانی کو لگاتار ہِلاتے رہو کہ اِس کے مختلف حصوں کی تپش میں فرق نہ آنے پائے۔ جب پانی کی تپش

میں اچھا خاصا اضافہ ہو جائے تو نلی کا منہ حرارہ پیما سے باہر نکال دو۔ تجربہ میں اِس بات کا خیال رکھو کہ پانی کی تپش اِرد گرد کی ہوا کی تپش سے بہت زیادہ بلند نہ ہو جائے۔ اگر زیادہ بلند ہو جائیگی تو حرارہ پیما کے وجود سے اِشعاع زیادہ ہوگا اور حرارت کا ایک قابلِ لحاظ حصہ منتشر ہو جائیگا۔ جب حرارہ پیما ٹھنڈا ہو جائے تو اُسے ترازو میں رکھ کر تول لو۔ اِس سے معلوم ہو جائیگا کہ کتنی بھاپ بستگی میں آئی ہے۔ اب تمہارا تجربہ ختم ہوگیا۔ صرف حساب کرنا باقی ہے۔ فرض کرو کہ

حرارہ پیما کا وزن = و_1

حرارہ پیما کی حرارتِ نوعی = نع

لہذا حرارہ پیما کا آبِ مساوی = و_1 نع

سرد پانی کا وزن = و_2

بھاپ کا وزن = و_3

پانی اور حرارہ پیما کی ابتدائی تپشِ مشترک = $\text{ت}_1{}^\circ$م

پانی اور حرارہ پیما کی آخری تپشِ مشترک = $\text{ت}_2{}^\circ$م

بھاپ کی مخفی حرارت = مخ

لہذا پانی کا کسبِ حرارت = $\text{و}_2(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)$

حرارہ پیما کا کسبِ حرارت = و_1 نع $(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)$

100°م تپش کی بھاپ کا نقصانِ حرارت 100°م تپش کا پانی بننے میں = $\text{و}_3 \times$ مخ

100°م تپش کے پانی کا نقصانِ حرارت $\text{ت}_2{}^\circ$م تک پہنچنے میں = $\text{و}_3(100 - \text{ت}_2)$

لیکن بھاپ اور بھاپ کے پانی کا نقصانِ حرارت، پانی اور حرارہ پیما کے کسبِ حرارت کا مساوی ہونا چاہیئے۔

لہذا $\text{و}_3\,\text{مخ} + \text{و}_2(100 - \text{ت}_2) = \text{و}_2(\text{ت}_2 - \text{ت}_1) + \text{و}_1\,\text{نع}\,(\text{ت}_2 - \text{ت}_1)$

$$\therefore \quad \text{مخ} = \frac{\text{و}_2(\text{ت}_2 - \text{ت}_1) + \text{و}_1\,\text{نع}\,(\text{ت}_2 - \text{ت}_1) - \text{و}_2(100 - \text{ت}_2)}{\text{و}_3}$$

نویں فصل کی مشقیں

۱ ـ جتنی حرارت سے ایک ٹن پانی کی تپش ۱°م بڑھ جاتی ہے اُس سے ۸۰ گُنا حرارت اگر ایک ٹن یخ کو پگھلا دیتی ہو تو ایک ٹن یخ میں گڑھا کھود کر اُس میں ایک گیلن کھولتا ہؤا پانی ڈال دینے سے کتنا یخ پگھل جائیگا ؟

۱ گیلن = ۱۰ پونڈ

۲ ـ ایک گیلن پانی کو نقطۂ انجماد سے نقطۂ جوش تک پہنچانے میں جتنی حرارت صَرف ہوتی ہے اُس سے تقریباً ۵ گُنا حرارت ایک گیلن پانی کو بھاپ بنا کر اُڑا دینے کے لئے درکار ہے ۔ اِس مسئلہ کو تم تجربہ سے کس طرح ثابت کرو گے ؟

۳ ـ چار اَونس پانی، اور چار اَونس سیسے کے برادہ، کو مساوی تپش پر لے کر الگ الگ یخ کے ٹکڑوں پر ڈال دیں تو دونوں میں سے کون زیادہ یخ کو پگھلا دیگا ؟ جواب مدلّل ہونا چاہئے ۔

۴ ـ ۵۰°م کا ایک اَونس پانی اگر ۷۰°م کے ۱۰ اَونس پانی میں ملا دیا جائے تو اِس آمیزہ کی تپش کیا ہوگی ؟

۵ ـ ۱۰۰ گرام کھولتا ہؤا پانی اگر ۱۰۰ گرام یخ پر ڈال دیا جائے تو کیا کیا باتیں مشاہدہ میں آئینگی ؟

۶ ۔ ۴۰° م کے ۱۰۰ گرام پانی میں کتنا یخ ملانا چاہئے کہ پانی کی تپش میں ۵° م کا تنزل ہو جائے ؟

۵° م کے ۱۰۰ گرام پانی میں ۱۰۰° م کی کتنی بھاپ داخل کرنی چاہئے کہ پانی کی تپش ۴۰° م پر پہنچ جائے ؟

۷ ۔ سردی کے موسم میں جب تپش ۰° م سے بڑھ جاتی ہے تو سارے کا سارا برف فوراً کیوں نہیں پگھل جاتا ؟

۸ ۔ حرارہ پیما میں ۱۰° م تپش کا ۱۲۰ گرام پانی رکھا ہے ۔ جب اس میں ۱۰۰° م تپش کی بھاپ داخل کی تو پانی کی تپش ۵ء۳۴° م ہوگئی ۔ اور پانی کے وزن میں ۵ گرام کا اضافہ ہوا ۔ ان مقدمات کی بناء پر بھاپ کی مخفی حرارت کیا ہوگی ؟

اسی تجربہ میں حرارہ پیما کا وزن ۲۵ گرام ہے اور جس دھات کا وہ بنا ہے اُس کی حرارتِ نوعی ۱ء۰ ہے ۔ حرارہ پیما نے جو حرارت جذب کر لی ہے اگر وہ بھی محسوب کر لی جائے تو اِس صورت میں بھاپ کی مخفی حرارت کیا نکلیگی ؟

۹ ۔ عام طور پر یوں کہا جاتا ہے کہ پانی ۰° م پر منجمد ہو جاتا ہے اور ۱۰۰° م پر کھولنے لگتا ہے ۔ تفصیلاً بیان کرو کہ ذیل کی صورتوں میں یہ قول صحیح نہیں :—

(ا) پانی ، سمندر کا پانی ہے ۔

(ب) پانی کو اُونچے پہاڑ کی چوٹی پر جوش دے رہے ہیں ۔

۱۰ ۔ تجربہ سے تم کس طرح دریافت کروگے کہ

(ا) کھِس کس تپش پر پگھلتا ہے ؟

(ب) پانی کس تپش پر جوش کھاتا ہے ؟

۱۱۔ جب ٹھوس پگھلتا ہے یا مایع گیس کی شکل اختیار کرتا ہے تو وہ اِس دَوران میں حرارت جذب کرتا جاتا ہے اور اُس کی تپش میں ترقی نہیں ہوتی ۔ اِس کے ثبوت میں تجربے بیان کرو ۔

۱۲۔ پانی کی کسی خاص مقدار کو گرم کیا تو آدھ گھنٹے میں اُس کی تپش ۵۰°م سے ۱۰۰°م پر پہنچ گئی ۔ اگر یہ بات فرض کر لی جائے کہ حرارت کی آمد ہموار ہے تو یہ ۱۰۰°م کا پانی تقریباً کتنی دیر میں سب کا سب بھاپ بن جائیگا ؟

۱۳۔ تپش پیما سے کیا مُراد ہے ؟ مئی اور فارنہیٹ تپش پیما باری باری سے پگھلتے ہوئے یخ میں رکھے جائیں تو وہ اپنے اپنے پیمانہ کے بموجب کتنی کتنی تپش کا نشان دینگے ؟

۱۴۔ موم کا نقطۂ اماعت معلوم کرنے کے لئے دو قاعدے بیان کرو۔ صحیح نتائج حاصل کرنے کے لئے اِن تجربوں میں کون کون سی احتیاطیں ضروری ہیں ؟

دسویں فصل

حرارت کا معادلِ حیَلی

عناصرِ اربعہ کا نام تم نے اکثر سُنا ہوگا۔ اِن سے خاک، پانی، ہوا، اور آگ مُراد ہے۔ متقدمین کے نزدیک یہ چاروں چیزیں عنصر سمجھی جاتی تھیں۔ اور لوگوں کا خیال تھا کہ کل کائنات اِن ہی چار چیزوں کے امتزاج سے ظہور میں آئی ہے۔ اُن کے نزدیک آگ بھی گویا مادہ ہی کی ایک شکل تھی۔ وہ سمجھتے تھے کہ آگ ایک سیّال چیز ہے جو خاک، پانی، یا ہوا، کے ساتھ کیمیائی طور پر ترکیب کھا جاتی ہے۔ اور اِس طرح نئے نئے مرکب پیدا ہوتے ہیں۔ اِس خیال کے رُو سے لوہے کا گرم گولا لوہے کے سرد گولے سے بالکل جُداگانہ چیز ہے۔ لیکن آج سائنس نے اِس بات کو ثابت کر دیا ہے کہ خاک جس کو ایک عنصر سمجھا جاتا تھا حقیقت میں بیسیوں عناصر اور ہزارہا مُرکبات کا مجموعہ ہے۔ اِسی طرح یہ بھی ثابت ہو چکا ہے کہ پانی کسی ایک عنصر کا نام نہیں۔ وہ تو ایک مستقل مرکب ہے جو دو عنصروں کی کیمیائی ترکیب سے پیدا ہوا ہے۔ ہوا کے متعلق یہ فیصلہ ہے کہ یہ بھی ایک عنصر نہیں بلکہ مختلف گیسوں کا مجموعہ ہے جن میں سے

بعض گیسیں عنصر ہیں اور بعض مُرکب۔ سائنس نے جس طرح متقدمین کے اِن تین عنصروں کی حقیقت کھول کر رکھ دی ہے اُسی طرح آگ کی اصلیت کو بھی آشکارا کردیا ہے۔ چنانچہ آج اِس بات کا فیصلہ ہو چکا ہے کہ جس چیز کو ہم آگ کہتے ہیں وہ حقیقت میں کوئی مادّی چیز نہیں بلکہ محض حرکت کی ایک صورت ہے۔ حرکت سے مادّہ کے وجود پر ایک کیفیت طاری ہوتی ہے جس کو ہم گرمی کہتے ہیں۔ یہ گرمی جب بڑھتے بڑھتے اِس حد تک بڑھ جاتی ہے، کہ مادہ کا وجود ایک شعلۂ جوّالہ بن جاتا ہے تو اِس کا نام آگ ہے۔

اگر متقدمین کا خیال صحیح ہو اور یہ بات مان لی جائے کہ حرارت' واقعی ایک مادّی سیّال ہے جو باقی اجسام کے ساتھ مِل کر نئے مرکب پیدا کرتا ہے تو ضرور ہے کہ ہر گرم جسم کے اندر اِس کی ایک معیّن مقدار ہو۔ پھر یہ ممکن نہیں کہ اِس معیّن مقدار سے زیادہ حرارت اُس جسم کے وجود سے حاصل ہوسکے کیونکہ مادّہ کا یہ خاصہ ہے کہ اُس کی جو مقدار موجود ہے اُس کو ہم کم و بیش نہیں کرسکتے یا یوں کہو کہ انسان مادہ کی تخلیق پر قادر نہیں۔ لیکن حرارت کا معاملہ اِس کے بالکل برعکس ہے۔ ٹھوس اجسام کی سطحوں کو ایک دُوسرے کے ساتھ رگڑ رگڑ کر تم جتنی چاہو حرارت پیدا کرسکتے ہو۔ چنانچہ دھات کے دو ٹکڑوں کو باہم رگڑتے جاؤ تو کچھ دیر کے بعد اِس قدر حرارت پیدا ہو جائیگی کہ اُس سے پانی جوش کھانے لگیگا۔ اگر حرارت کو ایک مادّی سیّال تصور کرلیا جائے تو پھر سوال

یہ ہے کہ مادّہ کے اندر اِس کی مقدار لا تُتناہی کیوں ہے۔ کسی جسم کے وجود سے حرارت خارج کرتے جائیں تو چاہیئے کہ کسی خاص حد پر پہنچ کر اُس کا ذخیرہ ختم ہو جائے۔ لیکن واقعات سے اِس کی کوئی تصدیق نہیں ہوتی۔ چنانچہ ہم دو جسموں کو رگڑتے ہیں تو جب تک یہ عمل جاری رہتا ہے حرارت برابر پیدا ہوتی رہتی ہے۔ پھر یہی نہیں بلکہ رگڑنے کے 'کام' اور حرارت کی 'مقدار' میں ایک خاص تعلق پایا جاتا ہے۔ یہ امر اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ کام کو حرارت کے پیدا کرنے میں کچھ نہ کچھ دخل ضرور ہے۔

جو لوگ حرارت کو مادہ کہتے تھے اُن کے نزدیک یخ کا وجود حرارت سے خالی ہے۔ لیکن جب ہم یخ کے دو ٹکڑوں کو باہم رگڑتے ہیں تو وہاں بھی اِس قدر حرارت پیدا ہو جاتی ہے کہ یخ پگھلنے لگتا ہے۔ یخ کے ٹکڑوں کو رگڑنے سے پہلے تول لیا جائے اور پگھل چُکنے کے بعد پھر تول کر دیکھا جائے تو دونوں صورتوں میں وزن وُہی رہتا ہے۔ اگر حرارت کوئی مادّی چیز ہوتی تو اِس کے اخراج کے بعد لازم تھا کہ پگھلا ہوُا یخ وزن میں کم ہو جاتا۔ لیکن اِس کے وزن میں کمی کا کوئی شائبہ نظر نہیں آتا۔ پھر حرارت کو ایک مادّی چیز تصور کر لینا کیا معنی !!

اب سوال یہ ہے کہ رگڑنے سے حرارت کیونکر پیدا ہوتی ہے۔ اِس کی توجیہ اِس کے سوا اور کچھ نہیں کہ رگڑنے

کے وقت ہم جسموں کو جو حرکت دیتے ہیں وُہی حرکت، حرارت کی شکل اختیار کرلیتی ہے۔یہی وجہ ہے کہ رگڑنے میں جو کام صرف ہوتا ہے اُس کی ایک **معیّن** مقدار سے ہمیشہ حرارت کی ایک **معیّن** مقدار پیدا ہوتی ہے۔ اِسی بناء پر، کام کی جس مقدار سے حرارت کی ایک معیّن مقدار حاصل ہوتی ہے اُس کو حرارتِ مذکور کا **مُعادلِ حیلی** کہتے ہیں۔

حرارت کے مُعادل حیلی کو سب سے پہلے **جُول** نامی ایک شخص نے دریافت کیا۔ اِس کام میں جس آلہ سے اُس نے مدد لی اُس کی ساخت بہت پیچدار ہے۔ تمہارے لئے اُس کا سمجھنا ذرا دُشوار ہوگا۔اِس لئے اُس کی تفصیل کو ہم نظر انداز کر دیتے ہیں۔ صرف اِس قدر یاد رکھو کہ اِس میں ایک بڑا حرارہ پیما ہوتا ہے جس میں پانی ڈالا جاتا ہے۔ پانی کو حرکت میں لانے کے لئے ایک خاص قسم کی رئی استعمال کرتے ہیں۔اِس رئی کا تعلق ایک دُھرے سے ہوتا ہے۔ دُھرے کو جب وزنوں کی مدد سے حرکت دیتے ہیں تو اُس کے ساتھ یہ رئی بھی حرکت کرتی ہے۔ اور اُس کا پھول پانی کو ہلانے لگتا ہے۔ پانی کی حرکت کو روکنے کے لئے حرارہ پیما کے اندر دھات کے پنکھے، قطروار رکھ دیئے جاتے ہیں۔ جب وزن گرتے ہیں تو دُھرا گھومنے لگتا ہے۔ اِس کے ساتھ رئی حرکت کرتی ہے اور اُس کا پھول پانی کو ہلا دیتا ہے۔ دھات کے پنکھوں سے پانی کی حرکت رُک کر فوراً حرارت میں تبدیل ہو جاتی ہے اور پانی کی تپش بڑھنے

لگتی ہے۔ پانی اور حرارہ پیما کی تپش کا اضافہ دیکھ کر تم معلوم کرسکتے ہو کہ تجربہ کے دَوران میں کتنی حرارت پیدا ہوئی ہے۔اب دھرے کو حرکت دینے کے لئے جو وزن استعمال کئے گئے ہیں اگراُن کی مقدار معلوم ہو اور یہ دریافت کر لیا جائے کہ اِن وزنوں نے نیچے گرنے میں کتنا فاصلہ طے کرلیا ہے تو اِس سے کام کی مقدار معلوم ہو جائیگی۔ پھراِس سے تم دریافت کر سکتے ہو کہ حرارت کی ایک معیّن مقدار پیدا کرنے کے لئے کتنا کام صرف کرنا پڑتا ہے۔ یہی، حرارت کا معادلِ حیَلی ہوگا۔

جُول نے کئی تجربوں کے نتائج کا اوسط لے کر حرارت کا مُعادلِ حیَلی ۱۳۹۰ "فٹ پونڈ" نکالا ہے۔ اور اِس سے مُراد یہ ہے کہ ایک پونڈ پانی کی تپش کو ایک درجۂ مئی بڑھا دینے کے لئے ۱۳۹۰ "فُٹ پونڈ" کام صرف کرنا پڑتا ہے۔

حرکت کی تبدیلی حرارت میں ——— اگر غور سے دیکھو تو روزانہ ہزاروں واقعات تمہاری نگاہ سے گزرتے رہتے ہیں جن کے وجود میں اِس بات کا صاف صاف ثبوت پایا جاتا ہے کہ کام اور حرارت بدل کر ایک دُوسرے کی شکل اختیار کر لینے والی چیزیں ہیں۔ چنانچہ تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ ریل گاڑی جب اِسٹیشن پر رُکتی ہے تو اُس کے پہیّوں سے عموماً شرارے اُڑنے لگتے ہیں۔کیا تم نے کبھی اِس بات پر بھی غور کیا کہ اِن شراروں کی علت کیا ہے؟ گاڑی کی حرکت روکنے کے لئے اُس کے پہیّوں کی رگڑ کو بڑھانا پڑتا ہے۔ گاڑی کی وہ قوت

جو حرکت سے اُس کے وجود میں پیدا ہوتی ہے، اِس رگڑ کے مُزاحم ہونے سے حرارت میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ پھر رگڑ سے جو فولاد کے خفیف سے ریزے اُڑتے ہیں اِس حرارت سے وہ اِس قدر گرم ہو جاتے ہیں کہ سُرخ ہو کر شراروں کی شکل اختیار کر لیتے ہیں۔ کام کی تعریف میں تم پڑھ چکے ہو کہ جب کسی قوت کا نقطۂ عمل حرکت کرتا ہے تو ہم کہتے ہیں کہ وہ قوت کام کر رہی ہے۔ گاڑی جب حرکت میں تھی تو اُس کی قوتِ حرکت سڑک کی رگڑ کے خلاف کام کر رہی تھی۔ اِس کام کو رگڑ کی زیادتی نے روک دیا تو اب وہ کام نہیں رہا۔ اپنی شکل بدل کر حرارت بن گیا ہے۔

گھوڑا پتھریلی زمین پر چلتا ہے اور اُس کے نعل پتھر سے ٹکراتے ہیں، تو پتھر سے شرارے نکلتے ہیں۔ رات کے وقت ایک پتھر کو اُٹھا کر دوسرے پتھر پر مارو تو یہاں بھی شرارہ نظر آئیگا۔ یہ سب اِسی اصول کے کرشمے ہیں کہ کام حرارت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ جب پتھر سے پتھر ٹکراتا ہے تو دونوں کے وجود سے چھوٹے چھوٹے ریزے ٹوٹ کر ہوا میں اُڑتے ہیں۔ پتھروں کے تصادم سے اِس قدر حرارت پیدا ہوتی ہے کہ یہ ریزے گرم ہو کر سُرخ شرارے بن جاتے ہیں۔

ذیل کے تجربوں پر غور کرو۔ اِن سے یہ مضمون اَور زیادہ واضح ہو جائیگا۔ اِن تجربوں سے بھی وُہی بات

ثابت ہوتی ہے کہ حرکت کی بربادی ظہورِ حرارت کا موجب ہے۔

تجربہ ۵۶ ـــــ لوہے کا ایک ٹکڑا لے کر اُس کو ہتوڑے سے کوٹتے جاؤ۔ کچھ دیر کے بعد لوہا اتنا گرم ہو جائیگا کہ اُس کو ہاتھ میں لے لینا مشکل نظر آئیگا۔ بتاؤ یہ حرارت کہاں سے آگئی۔ لوہے پر ہتوڑے کی چوٹ پڑتی ہے تو ہتوڑے کی حرکت رُک جاتی ہے۔ اِس حرکت کو کس نے روک دیا؟ یہ ظاہر ہے کہ لوہے کا وجود ہتوڑے کا رستہ روک لیتا ہے اور ہتوڑے کو آگے کی طرف حرکت کرنے کا موقع نہیں ملتا۔ ہتوڑے کی چوٹ سے لوہے کے وجود میں ایک ہیجان پیدا ہو جاتا ہے اور اُس کے سالمات کی حرکت میں تیزی آ جاتی ہے۔ پھر جب سالمات کی حرکت تیز ہو جائیگی تو حرارت کا ظہور اِس کا لازمی نتیجہ ہے۔ کیونکہ وہ کیفیت جس کو عرفِ عام میں حرارت کہتے ہیں مادہ کے اندر سالمات ہی کی حرکت سے پیدا ہوتی ہے۔

تجربہ ۵۷ ـــــ اپنی اُنگلی کو ہتیلی پر رگڑو۔ کچھ دیر کے بعد اُنگلی اور ہتیلی دونوں گرم ہو جائینگی۔ پیتل کے بٹن کو میز پر رگڑو اور دیکھو اِس کی تپش کس طرح بڑھتی جاتی ہے۔ رگڑ کی قوت بٹن کی حرکت کا مقابلہ کرتی ہے اور اِس سے بٹن کی کچھ حرکت زائل ہو جاتی ہے۔ یہی زائل شدہ حرکت، حرارت کی شکل اختیار کر لیتی ہے۔ اگر حرکت کو روکنے والی کوئی چیز نہ ہوتی تو بٹن کی تپش اُسی حال پر رہتی جس پر وہ حرکت سے پہلے تھی۔

دیا سلائی کو جب کسی کھردری سطح پر رگڑتے ہیں تو اِس عمل سے اِس قدر حرارت پیدا ہوتی ہے کہ دیا سلائی جل اُٹھتی ہے۔ شہابِ ثاقب کو تم نے اکثر دیکھا ہوگا۔ فضاء میں ہزارہا

چھوٹے چھوٹے اجرامِ سماوی اُڑتے پھرتے ہیں۔ جب اِن میں سے کوئی گردشِ بخت کا مارا فضا میں گھومتا ہؤا ہمارے کرۂ ہوا میں آنکلتا ہے تو اُس کا جسم ہوا سے رگڑ کھا کر اِس قدر گرم ہو جاتا ہے کہ ایک شعلۂ جوّالہ کی طرح بھڑک اُٹھتا ہے۔ یہ تمام واقعات اِسی بات پر دلالت کرتے ہیں کہ کام حرارت کی شکل میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ بعض ملکوں میں جہاں دیا سلائی میسّر نہیں آتی لوگ لکڑی کو لکڑی سے رگڑ کر آگ جلا لیتے ہیں۔ چقماق بھی اِسی اصول پر کام دیتا ہے۔

حرارت کی تبدیلی کام میں ——— اگر کام حرارت میں بدل جاتا ہے تو حرارت بھی کام کی شکل اختیار کر سکتی ہے۔ بھاپ سے چلنے والے انجنوں کو دیکھ لو۔ بھٹّی کی حرارت پانی کو بھاپ بنا دیتی ہے۔ بھاپ کے وجود سے فشارہ پر دباؤ پڑتا ہے اور فشارہ انجن کے اُستوانہ میں حرکت کرنے لگتا ہے۔ اِس حرکت کے دَوران میں فشارہ کے وُجود سے ایک خاص پہیے کے دندانوں پر دباؤ پڑتا ہے اور پہیّہ گھومنے لگتا ہے۔ پھر اِس پہیّہ کی حرکت سے جو کام چاہیں لے سکتے ہیں۔ جب بھاپ اُستوانہ میں داخل ہوتی ہے تو اُس کی تپش بلند ہوتی ہے۔ لیکن جب فشارہ کو دھکیلنے کے بعد مکثّفہ میں جاتی ہے تو اُس وقت اُس کی تپش وہ نہیں رہتی جو پہلے تھی۔ بلکہ بہت کچھ گھٹ جاتی ہے۔ تپش کا تنزل اِس بات کی دلیل ہے کہ بھاپ کے وجود میں اب حرارت کی مقدار کم ہے۔

پھر بتاؤ حرارت کا یہ حصہ کہاں چلا گیا۔ فشارہ کی حرکت اور پہیّے کا گھومنا اِسی حرارت کا نتیجہ ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ بھاپ کی حرارت نے اپنی حالت بدل کر کام کی شکل اختیار کر لی ہے۔

حرارت کے مُعادلِ حِیلی کی تخمین ــــــ کسی جسم کو زمین سے اُٹھا کر اُوپر لے جاتے ہیں تو اِس میں جاذبۂ زمین کے خلاف **کام** صَرف ہوتا ہے۔ اور اِس کے ساتھ ہی جسم مذکور کے وجود میں نیچے گِر پڑنے کے لئے توانائی بالقوّہ پیدا ہوتی جاتی ہے۔ پھر اُس جسم کو جب اِس طرح چھوڑ دیتے ہیں کہ آزادانہ طور سے زمین پر گر پڑے تو وُہی توانائی بالقوّہ توانائی بالفعل میں تبدیل ہونے لگتی ہے۔ اور آخرِ کار جب زمین سے اِس جسم کا تصادم ہوتا ہے تو یہی توانائی بالفعل حرارت کی شکل اختیار کر لیتی ہے۔ اب اگر یہ معلوم ہو کہ جسم کا وزن کیا ہے اور وہ کس قدر فاصلہ تک اُٹھایا گیا تھا تو اِس بات کا پتہ چل جائیگا کہ اُٹھانے میں جسمِ مذکور پر کتنا کام صرف ہُوا ہے۔ پھر اگر یہ بھی معلوم ہو کہ جسمِ مذکور کی حرارتِ نوعی کیا ہے اور گرنے کے بعد اُس کی تپش میں کس قدر اضافہ ہُوا ہے تو اِس سے ہم دریافت کر سکتے ہیں کہ اِس عمل سے کتنی حرارت پیدا ہوئی ہے۔ اِن دونوں باتوں کا علم ہو تو پھر حرارت کے مُعادلِ حِیلی کی تخمین کچھ دُشوار نہیں۔

تجربہ ۵۸ ــــــ کاغذی پٹھے کی بنی ہوئی ایک

نلی لو جس کا طول ایک میتر کے قریب اور قُطر ۵ سنتی میتر کے قریب ہو۔ اِس نلی کے ایک مُنہ میں کاک لگاؤ۔ اِس کے بعد ۵۰۰ گرام کے قریب سیسے کے چھوٹے چھوٹے چھرّے تول لو۔ پھر ان کی تپش دیکھو اور نلی کو اُفقی وضع میں رکھ کر چھرّے اُس کے اندر ڈال دو۔ اب نلی کا دُوسرا مُنہ بھی کاک سے سد کر دو۔ فرض کرو کہ چھرّوں کی تپش ت۱° م ہے۔ اب نلی کو عموداً کھڑا کر کے چھرّوں کی چوٹی سے کاک کے اندر والے سِرے تک نلی کا طول ناپ لو۔ فرض کرو کہ یہ طول ط سنتی میتر ہے۔ جب اِن تمام باتوں سے فراغت ہو جائے تو نلی کو وسط سے پکڑ کر اُلٹ دو تاکہ اُس کا اُوپر والا سِرا نیچے آجائے اور نیچے والا سِرا اُوپر چلا جائے۔ پھر اِسی عمل کو نہایت تیزی کے ساتھ پچاس ساٹھ بار دُہراؤ اور اِس بات کو یاد رکھو کہ نلی کتنے مرتبہ اُلٹی گئی ہے۔ فرض کرو کہ اِس کی تعداد ع ہے۔ اِس کے بعد چھرّوں کو کسی پیالی میں ڈال کر فوراً اُن کی تپش معلوم کرو۔ فرض کرو کہ یہ تپش ت۲° م ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ جب نلی اُلٹی جائیگی تو ایک

ط

شکل ۴۸

سرے سے دوسرے سرے تک پہنچنے میں چھرّوں کو ط سنتی میتر کا فاصلہ طے کرنا پڑیگا۔

چھرّوں کا وزن = و گرام

نلی کے اندر عمودی فاصلہ جو چھرّوں کو ایک مرتبہ طے کرنا پڑا = ط سنتی میتر

لہٰذا ایک بار کا کام = و ط "گرام سنتی میتر"

نلی جتنی دفعہ اُلٹی گئی اُس کی تعداد = ع

لہٰذا کُل کام جو چھرّوں نے گرنے میں کیا = ع و ط "گرام سنتی میتر"

اب اگر سیسے کی حرارتِ نوعی خ ہو تو چونکہ تپش کا اضافہ $(ت_۲ - ت_۱)$ ہے

لہٰذا حرارت جو پیدا ہوئی = و خ $(ت_۲ - ت_۱)$ حرارہ

لیکن حرارت کی اِس مقدار کو پیدا کرنے میں ع و ط "گرام سنتی میتر" کام صرف ہؤا ہے۔ اِس لئے

کام جو حرارت کا ایک حرارہ پیدا کرنے کے لئے درکار ہے = $\frac{ع و ط}{و خ (ت_۲ - ت_۱)}$ "گرام سنتی میتر"

یہی حرارت کا معادلِ حیلی ہے۔ لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ اِس تجربہ سے جو معادلِ حیلی نکلیگا وہ ایک نہایت موٹی سی مقدار ہوگا۔ حرارت کے معادلِ حیلی کی تخمین ایسا نازک کام ہے کہ اِس میں کئی باتوں کا خیال رکھنا پڑتا ہے۔ اور اِس سے تجربہ میں بہت پیچیدگی پیدا ہو جاتی ہے۔ اِن باتوں کو نگاہ میں رکھنے کا کام فی الحال تمہاری استعداد سے زیادہ ہے۔ اِس لئے ہم اِن کو نظر انداز کر دیتے ہیں اور صرف اِسی سادہ سے تجربہ پر اکتفا کرتے ہیں۔ اِس سے اصول تمہاری سمجھ میں آجائیگا اور

یہی ہمارا مقصود ہے۔

اب آؤ یہ دیکھیں کہ گیسوں کے سکڑاؤ اور پھیلاؤ کا خود اُن کے وجود پر کیا اثر ہوتا ہے۔ جب کسی گیس پر دباؤ ڈالا جاتا ہے تو اُس کا حجم گھٹنے لگتا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ گیس کو دبانے میں کام صَرف ہوتا ہے۔ پھر یہ کام کہاں جاتا ہے؟ کیا یہ اِس طرح صَرف ہو جاتا ہے کہ اِس کا کوئی اثر باقی نہیں رہتا؟ گیس کو دبا کر اُس کا حجم کم کر دو اور اِس کے بعد اُس کی تپش دیکھو تو معلوم ہوگا کہ اُس کی تپش بہت کچھ بڑھ گئی ہے۔ چنانچہ تجربہ سے ثابت ہے کہ کسی معیّن مقدار کی ہوا کو دبا کر اُس کے حجم کو آدھا کر دیں اور اِس بات کا انتظام کر دیا جائے کہ حرارت اُس کے وجود سے باہر نہ نکلنے پائے تو اِس دَوران میں اُس کی تپش ۲۷.۱۸°م بڑھ جاتی ہے۔ پھر تپش کو بڑھا دینے کے لئے حرارت کہاں سے آگئی؟ اِس وقت دو باتیں ہماری نگاہ کے سامنے ہیں۔ ایک طرف کام صَرف ہو رہا ہے اور دُوسری طرف حرارت پیدا ہوتی جاتی ہے۔ اِس سے ہم یہی نتیجہ نکال سکتے ہیں کہ کام حرارت میں تبدیل ہو رہا ہے۔

دبی ہوئی ہوا کو اگر پھیلنے کا موقع دیا جائے تو اُس کے پھیلنے کے ساتھ ساتھ اُس کی تپش گرتی جاتی ہے۔ چنانچہ بعض گیسوں کا یہ حال ہے کہ اُن کو دبا کر کسی برتن میں بند کر دیا جائے اور پھر اُنہیں تیز تیز پھیل جانے کا موقع دیا جائے

تو وہ اِس قدر سرد ہو جاتی ہیں کہ جم کر ٹھوس کی شکل اختیار کر لیتی ہیں۔ پھیلنے میں گیس کو خود بخود کام کرنا پڑتا ہے۔ اگر باہر سے حرارت نہ مل سکے تو اِس کام میں گیس کی ذاتی حرارت صرف ہوتی ہے اور گیس ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔

تجربہ ۵۹ ــــــ پچکاری لے کر بائیسکل میں ہوا بھرو اور دیکھو اِس دَوران میں پچکاری کا وہ حصہ جو اُس کے مُنہ کے قریب ہے کس قدر گرم ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۶۰ ــــــ ایک اُستوانی کے اندر دبا کر کچھ ہوا بند کر دو۔ جب اُس کی تپش اِرد گِرد کی ہوا کی تپش کے ساتھ ایک حال پر آجائے تو اُستوانی کا مُنہ کھول دو۔ اِس طرف ہوا کے وجود پر دباؤ کم ہو جائیگا اور وہ پھیل کر اُستوانی سے باہر نکلنے لگیگی۔ اِس کے رستے میں کوئی نازک سا تپش پیما رکھ دو تو اِس سے صاف معلوم ہو جائیگا کہ ہوا پھیلنے کے ساتھ ساتھ ٹھنڈی بھی ہو رہی ہے۔

اب آؤ یہ دیکھیں کہ جب ٹھوس مایع بنتا ہے یا مایع گیس کی شکل اختیار کرتا ہے تو اِس وقت حرارت کیوں غائب ہو جاتی ہے۔ مخفی حرارت کے بیان میں تم پڑھ چکے ہو کہ ٹھوس کو پگھلانے اور مایع کو بخار بنا کر اُڑا دینے میں حرارت اِس طرح صرف ہو جاتی ہے کہ تپش پر اِس کا کچھ اثر نہیں ہوتا۔ اب تم اِس واقعہ کی حقیقت کو بخوبی سمجھ سکتے ہو۔ جب ٹھوس پگھل کر مایع بنتا ہے تو اُس کے سالمات کے درمیانی فاصلے بڑھ جاتے ہیں۔ اِن فاصلوں کو بڑھانے کے لئے ٹھوس کے سالمات کی

قوتِ اتصال پر غالب آنا ضروری ہے۔ اور جب تک اِس قوت کے مقابلہ میں کوئی قوت نہ لگائی جائے اِس پر غالب آنا ممکن نہیں۔ یہ قوت جو سالمات کی قوتِ اتصال کو مغلوب کرنے کے لئے درکار ہے حرارت کے وجود سے حاصل ہوتی ہے اور اِس طرح حرارت کی ایک خاص مقدار سالمات کی قوتِ اتصال کا مقابلہ کرنے میں صَرف ہو جاتی ہے۔ یہ حرارت گویا اپنی شکل بدل کر کام کی صورت اختیار کرلیتی ہے۔ پھر کیسے ممکن ہے کہ تپش پر بھی اِس حرارت کا کچھ اثر ہو۔ مایع کی تبخیر کے وقت بھی یہی صورت پیش آتی ہے۔ جب یہ حال ہو تو حرارت کا مخفی ہو جانا کچھ تعجب کی بات نہیں۔ بلکہ ایک امرِ لازم ہے۔

دسویں فصل کی مشقیں

۱ ۔ ریل گاڑی کو جب روکتے ہیں تو اُس کے پہیّوں سے عموماً شرارے نکلتے ہیں۔ یہ شرارے کیا چیز ہیں؟ اور وہ اِتنی جلدی کیوں غائب ہو جاتے ہیں؟ اُن میں حرارت کہاں سے آتی ہے؟

۲ ۔ برمے سے لکڑی میں سُوراخ کرتے ہیں تو برمے کی نوک گرم ہو جاتی ہے۔ اِس کی تم کیا توجیہ کروگے؟ اِسی قسم کی اَور مثالیں بیان کرو۔

۳ ۔ تجربہ سے ثابت کرو کہ حرکت سے پیدا ہونے والی توانائی

حرارت کی شکل میں تبدیل ہو سکتی ہے۔

۴ ۔ حرارت کے مُعادلِ جیلی سے کیا مُراد ہے؟ اِس کے دریافت کرنے کا قاعدہ بیان کرو۔

۵ ۔ کسی گیس کو پانی میں رکھی ہوئی اُستوانی میں بند کرکے دُور تک پچکا دیا جائے اور اُس کے بعد گیس کو پھیلنے کا موقع دیا جائے تو اِس کا کیا نتیجہ ہوگا؟ اِس نتیجہ کا کوئی عملی فائدہ تمہاری نگاہ میں ہو تو بیان کرو۔

۶ ۔ حرارت کو ہم توانائی کی ایک شکل کہہ سکتے ہیں۔تفصیلاً بیان کرو کہ اِس قول کا مفہوم کیا ہے۔ کوئی ایسا قاعدہ بیان کرو جس سے یہ معلوم ہو جائے کہ کام کی کتنی مقدار' حرارت کی ایک اِکائی کے برابر ہے۔

۷ ۔ حرارت اور کام کا تعلق دکھانے کے لئے تجربے بیان کرو۔

۸ ۔ رگڑ کے خلاف کام صَرف ہوتا ہے تو حرارت پیدا ہوتی ہے اور حرارت کی مقدار ہر حال میں کام کی متناسب رہتی ہے۔اِس مسئلہ کی صداقت تم کس طرح ثابت کروگے؟

۹ ۔ حرارت کے مُعادلِ جیلی کی تعریف بیان کرو۔

حرارت کے مُعادلِ جیلی کی قیمت تجرۃً دریافت کرنے کے لئے تم کونسا قاعدہ اختیار کروگے اور اِس میں کون کون سی چیزیں معلوم کرنا پڑینگی؟

گیارہویں فصل

انتقالِ حرارت

حرارت ایک جگہ سے دُوسری جگہ تین طریقوں سے پہنچتی ہے۔

ایک طریقہ یہ ہے کہ مادّی جسم کے گرم ذرّے اُس کے وجود میں ایک جگہ سے چل کر دُوسری جگہ پہنچ جاتے ہیں۔ اور اس طرح حرارت جسم کے سارے وجود میں سرایت کر جاتی ہے۔ اِس عمل کا نام **حملِ حرارت** ہے۔ گیس اور مایع عموماً اِسی عمل سے گرم ہوتے ہیں۔

دُوسرا طریقہ یہ ہے کہ حرارت کسی جسم کے گرم حصہ سے سرد حصہ کی طرف سالمہ بہ سالمہ جاتی ہے۔ اِس صورت میں بظاہر سالمات کے وجود میں کوئی حرکت محسوس نہیں ہوتی۔ مثلاً لوہے کی لمبی سلاخ کا ایک سِرا آگ میں رکھ دیا جائے تو تھوڑی سی دیر کے بعد حرارت اُس کے دُوسرے سِرے پر بھی پہنچ جاتی ہے۔ حرارت کے اِس طریقِ انتقال کو **ایصالِ حرارت** کہتے ہیں۔ یہ طریقہ ٹھوس جسموں میں مقابلۃً زیادہ موثّر ہے۔

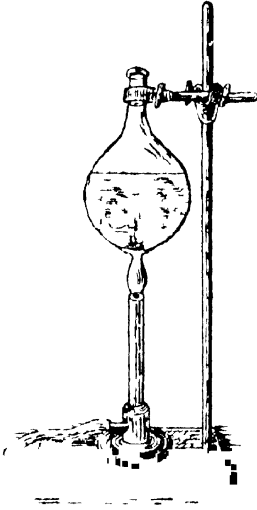
اُوپر کے دونوں طریقوں میں حرارت کا انتقال، مادہ کے

توسط سے عمل میں آتا ہے۔ تیسرا طریقہ مادہ کا رہینِ منت نہیں۔ اِس میں حرارت ایک جگہ سے دُوسری جگہ اِس طرح پہنچ جاتی ہے کہ جو کچھ رستے میں آتا ہے اُس پر کچھ اثر نہیں ہوتا۔ اِس عمل کا نام **اِشعاعِ حرارت** ہے۔ آفتاب کی حرارت فضاء میں سے گزرتی ہوئی زمین تک اِسی طریقہ سے پہنچتی ہے۔ پہلے دونوں طریقے نہایت سُست ہیں۔ لیکن اِشعاع کا عمل اِتنا تیز ہوتا ہے کہ اِس کی تحت میں حرارت لکوکھا میل فی ثانیہ کی رفتار سے چلتی ہے۔ ذیل میں اِن تینوں طریقوں کو ہم ذرا تفصیل سے بیان کرتے ہیں۔

۱۔ حملِ حرارت

مائع چیزوں میں —— کسی مائع چیز کو نیچے سے حرارت پہنچائی جاتی ہے تو اُس کے گرم ہونے کا انداز وہ نہیں ہوتا جو ٹھوس چیزوں کا انداز ہے۔ آؤ اِس واقعہ کی اصلیت کو تجربہ کی مدد سے سمجھیں۔

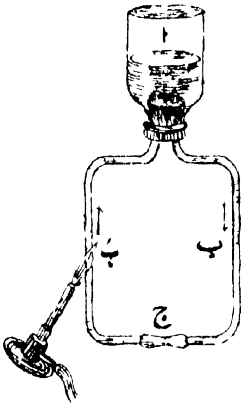
تجربہ ۱۶۱ —— گول پیندے کی صراحی (شکل ۲۹ٔ) میں پانی ڈال کر گرم کرو اور پانی کے اندر کوئی رنگ اِس احتیاط سے ڈال دو کہ وہ تہ میں بیٹھ جائے۔ پانی کا جو حصہ شعلہ کے قریب تر ہے وہ سب سے پہلے گرم ہوگا اور گرم ہوکر پھیل جائیگا۔ کثافت کا گھٹ جانا پھیلاؤ کا لازمی نتیجہ ہے۔ اِس لئے اپنے ہلکے پن کی وجہ سے یہ گرم پانی اُوپر جانا چاہیگا اور اُس کی جگہ لینے کے لئے اُوپر کا سرد پانی نیچے آجانے کا متقاضی ہوگا۔ اِس طرح رنگدار پانی کی، اُوپر کو جانے والی رَو قائم ہو جائیگی اور اُوپر سے

ٹھنڈے پانی کی رَو نیچے کی طرف آئیگی۔ یہ پانی بھی پیندے پر پہنچ کر گرم ہو جائیگا اور اُوپر اُٹھنے لگیگا۔

شکل ۴۹

پھر اِس کی جگہ اُوپر سے اور سرد پانی آئیگا اور یہی سلسلہ برابر جاری رہیگا۔ نیچے سے گرم پانی کی رَو اُٹھ کر اُوپر جائیگی اور اُوپر سے، مقابلۃً سرد پانی کی رَو نیچے آئیگی اور اِسی طرح سارے کا سارا پانی گرم ہوتا جائیگا۔ اِس قسم کی رَوؤں کو **حملی رَوئیں** کہتے ہیں۔ اور گرم ہونے کے اِس طریقہ کا نام **حملِ حرارت** ہے۔ گیسوں کے وجود بھی اِسی طریقہ سے گرم ہوتے ہیں۔ پس حملِ حرارت کی تعریف حسبِ ذیل ہونی چاہیئے:۔

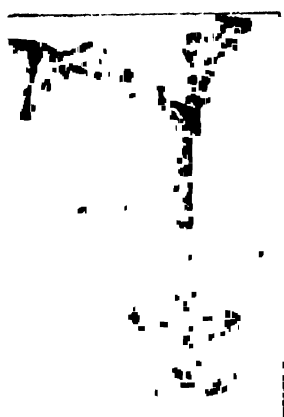
حملِ حرارت وہ طریقہ ہے جس میں سیّال چیزوں کے ذرّے اختلافِ کثافت کے باعث حرکت کرتے ہیں اور ذرّوں کے اِس اُلٹ پُلٹ سے تمام سیّال گرم ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۶۲ ——— **دَورانِ آب**۔ شکل ۵۰ کا سا ایک آلہ تیار کرو۔ اِس میں ا ایک چوڑے مُنہ کی بوتل ہے جس کا

پیندا اُڑا دیا گیا ہے۔ بوتل کے مُنہ میں خوب کس کر' دو سُوراخ کا'
کاک لگا دیا گیا ہے۔ اِن سُوراخوں
میں ب اور بَ دو مُڑی ہوئی شیشہ
کی نلیاں ہیں جن کے نیچے والے سِرے
ربڑ کی چھوٹی سی نلی ج سے ایک
دُوسرے کے ساتھ مِلے ہوئے ہیں۔
بوتل کے اندر اِس قدر پانی
ڈالو کہ دونوں نلیاں بھر جائیں اور اُن
کے کُھلے سِرے پانی کے اندر ڈوبے
رہیں۔ پانی میں تھوڑی سی روشنائی مِلا دو۔
اِس سے نلی کے اندر پانی کی رویت
آسان ہو جائیگی۔ اب مقام ب پر نلی کو ایک چھوٹے سے شُعلہ کی مدد
سے گرم کرو اور دیکھو پانی کا کیا حشر ہوتا ہے۔ نلی کے اندر پانی کی
ایک رَو جاری ہو جائیگی۔ شکل میں پیکان کے رُخ اِس رَو کی سمتِ حرکت
پر دلالت کرتے ہیں۔

شکل ۵۰

سرد ملکوں میں بود و باش کے کمروں کو اِسی عمل سے گرم
رکھتے ہیں۔ کمروں کے اندر پانی کے پتلے پتلے نلوں کا ایک
جال سا پھیلا رہتا ہے۔ باہر سے گرم پانی اِن نلوں کے اندر آتا
ہے اور وہاں سے لوٹ کر پھر اپنے منبع کی طرف چلا جاتا ہے۔
اِسی طرح وُہی پانی لَوٹ لَوٹ کر کام دیتا رہتا ہے۔
سمندر میں منطقۂ حارہ سے جو گرم پانی کی رَوئیں سرد منطقوں

کی طرف جاتی ہیں اور سرد منطقوں سے ٹھنڈے پانی کی رَوئیں منطقۂ حارہ کی طرف آتی ہیں اُن کا وجود بھی اِسی اصول کی تابع ہے۔ جو مقامات سمندر کے قریب واقع ہیں اُن کی آب و ہوا پر اِس واقعہ کا بہت کچھ اثر پڑتا ہے۔ اِسی وجہ سے اُن کی آب و ہوا میں اُن کی بساط سے زیادہ اعتدال پایا جاتا ہے۔

تجربہ ۶۳ ـــــ حملی رَو ہوا میں۔ چھوٹی سی موم بتّی جلاکر پیالی میں کھڑی کرو اور جیساکہ شکل ۵۱ میں دکھایا گیا ہے اُس کے اُوپر شیشہ کی چمنی رکھ دو۔ پھر پیالی میں اِتنا پانی ڈالو کہ چمنی کا پیندا اُس کے اندر ڈوب جائے اور ہوا کی آمد کے لئے رستہ نہ رہے۔ اب دیکھو شُعلہ پر اِس کا کیا اثر ہوتا ہے۔ ذرا سی دیر میں شُعلہ بُجھ کر رہ جائیگا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ چمنی کے اندر جو ہوا تھی اُس کی مائین کچھ بتّی کو جلانے میں صَرف ہوگئی۔ کچھ گرم ہوکر باہر نکل گئی۔ اور نیچے سے تازہ ہوا آنہیں سکتی کہ شُعلہ کا وجود قائم رہ سکے۔

شکل ۵۱

اب کاغذی پٹھے کا ایک اِتنا بڑا ٹکڑا کاٹو کہ چمنی کے مُنہ میں پھنس کر آجائے اور اُس کو نصف کے قریب تک دو حصوں میں تقسیم کر دے۔ پھر بتّی کو جلاکر دیکھو کہ اِس حال میں شُعلہ کا کیا حشر ہوتا ہے۔ اب بتّی برابر جلتی رہیگی۔ کاغذ کے

پٹھے نے چمنی کو دو حصوں میں تقسیم کر دیا ہے اور اِس سے دو رستے پیدا ہو گئے ہیں۔ ایک رستے سے باہر کی ٹھنڈی ہوا چمنی کے اندر داخل ہوتی ہے اور دُوسرے رستے سے اندر کی گرم ہوا باہر نکلتی جاتی ہے۔ اِس طرح چمنی کے اندر ہوا کی ایک رَو پیدا ہو جاتی ہے اور شُعلہ کو خوراک ملتی رہتی ہے۔ اگر اِس کا ثبوت درکار ہو تو کوئی ایسی چیز جلاؤ جو جلنے میں بہت سا دُھواں دیتی ہو۔ جب اِس کو چمنی کے مُنہ کے قریب لاؤگے تو ایک رستے سے دُھواں چمنی کے اندر داخل ہوتا ہؤا نظر آئیگا اور دُوسرے رستے سے اُوپر اُٹھتا ہؤا دکھائی دیگا۔

ترویح ــــــــ بود و باش کے مکانوں کی ترویح میں اِسی اُصول سے مدد ملتی ہے۔ مکان کی ہوا، حیوانات کی حرارت اور اُن کے تنفس سے گرم اور غیر خالص ہو جاتی ہے۔ اور اِس قابل نہیں رہتی کہ ممدِ حیات ہو سکے۔ گرمی کے اثر سے یہ ہوا پھیلتی ہے اور اِس میں اُوپر اُٹھ جانے کا تقاضا پیدا ہو جاتا ہے۔ اب اگر چھت کے قریب اُس کے باہر نکل جانے کا کچھ انتظام اور فرش کے قریب باہر کی ٹھنڈی ہوا کے لئے اندر آنے کا رستہ ہو تو ہوا کا ایک مستقل دَوران پیدا ہو جائیگا۔ اور مکان کے اندر تازہ ہوا ملتی رہیگی۔

سمندر کے کناروں پر بسنے والے، ہوا کی حملی رَو سے خوب واقف ہیں۔ اُنہیں تقریباً ہر روز اِس کا تجربہ ہوتا رہتا ہے۔ دن کے وقت آفتاب کی حرارت سے زمین اور سمندر دونوں گرم ہو جاتے ہیں۔ لیکن زمین کے مادّہ کی بہ نسبت پانی کی حرارتِ نوعی بہت زیادہ

ہے۔ اِس لئے بہت سی حرارت سے بھی پانی کی تپش میں بہت کم اضافہ ہوتا ہے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ سطح سمندر کی بہ نسبت زمین کی سطح زیادہ گرم ہو جاتی ہے۔ اور اِس سے سطح زمین کو چھونے والی ہوا بھی اُس ہوا کی بہ نسبت زیادہ گرم ہو جاتی ہے جو سمندر کی سطح پر واقع ہے۔ اِس لئے پھیل کر اُوپر اُٹھتی ہے اور سمندر کی طرف سے ٹھنڈی ہوا زمین کی طرف آتی ہے۔ اِس طرح ہوا کی ایک رَو قائم ہو جاتی ہے۔ سمندر کی ٹھنڈی ہوا نیچے نیچے زمین کی طرف آتی ہے اور زمین کی گرم ہوا اُوپر اُوپر ہو کر سمندر کی طرف جاتی ہے۔ رات کا معاملہ اِس کے برعکس ہے۔ رات کے وقت سمندر کی بہ نسبت زمین کی سطح جلد ٹھنڈی ہو جاتی ہے۔ اِس لئے ہوائی رَو کی سمتِ حرکت اِس کے برعکس ہوتی ہے۔ اِسی طرح سردی اور گرمی کے موسموں کو قیاس کر لو۔ موسمی ہواؤں کا وجود اِسی اصول کا نتیجہ ہے۔ اِن واقعات کا حاصل یہ ہے کہ جو مقامات سمندر کے قریب واقع ہیں اُن کی آب و ہوا اعتدال کی طرف مائل رہتی ہے۔

اب بتاؤ ہندوستان کے اندر جو موسمی ہوائیں چلتی ہیں اُن کا وجود کن اسباب کا نتیجہ ہے اور اُن کے وجود سے ابر و باراں کا سامان کیونکر پیدا ہو جاتا ہے۔

۲- ایصالِ حرارت

کسی دھات کی سلاخ کا ایک سرا آگ میں رکھ کر اُس کے

دُوسرے سرے کو دیکھو تو تھوڑی سی دیر کے بعد وہ بھی گرم معلوم ہونے لگیگا۔ پھر جُوں جُوں وقت گزرتا جائیگا اُس کی گرمی بڑھتی جائیگی اور آخر اِس حد تک بڑھ جائیگی کہ اِس سرے کو ہاتھ سے چھُونا خطرہ سے خالی نہ ہوگا۔ آگ کی حرارت سلاخ میں سے ہوتی ہوئی اِس سرے تک پہنچ گئی ہے اور اِس طرح پہنچی ہے کہ سلاخ کے درمیانی حصہ کو گرم کرتی آئی ہے۔ اِس عمل کو ہم یوں تصور کرسکتے ہیں کہ سلاخ کا جو حصہ آگ میں تھا پہلے اُس کے سالمات گرم ہوئے۔ اُنھوں نے اپنے ساتھ کے سالمات کو گرم کیا۔ پھر اِسی طرح یہ سلسلہ دُوسرے سرے تک پہنچ گیا۔

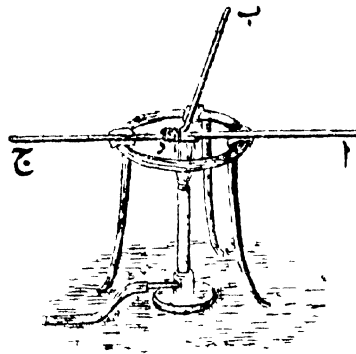
انتقالِ حرارت کا وہ طریقہ جس میں حرارت کسی جسم کے اندر سالمہ بہ سالمہ جاتی ہے اُس کا نام **ایصالِ حرارت** ہے۔ اور وہ جسم جس میں ایصالِ حرارت کا عمل ہوتا ہے اُسے **موصلِ حرارت** یا اختصار کے طور پر صرف **موصل** کہتے ہیں۔

جن چیزوں کے وجود میں ایصال آسانی سے عمل میں آسکتا ہے وہ عمدہ موصل ہیں۔ اِس قسم کی چیزیں حرارت کے رستے میں بہت کم رُکاوٹ پیدا کرتی ہیں۔ دھاتیں عام طور پر اِسی گروہ میں شامل ہیں۔ لیکن اِن میں بھی مدارج کا اختلاف ہے۔ کسی کے وجود میں رُکاوٹ کم ہوتی ہے اور کسی کے وجود میں زیادہ۔ کوئی مادّی جسم ایسا نہیں ملتا کہ اُس کے وجود میں انتقال کے وقت حرارت کو قطعاً

رُکاوٹ پیش نہ آئے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ حقیقت میں کوئی مادّی چیز **موصلِ کامل** نہیں۔

جن چیزوں کے وجود میں ایصال کا عمل زیادہ سُست ہوتا ہے یا یوں کہو کہ جن چیزوں میں ایصال کے وقت حرارت کو زیادہ رُکاوٹ پیش آتی ہے اُن کو **موصلِ ناقص** کہتے ہیں۔ کسی چیز میں یہ رُکاوٹ اگر اِس حد تک بڑھی ہوئی ہو کہ ایصال کا عمل ہمارے احساس میں نہ آسکے تو وہ چیز **غیر موصل** کہلائیگی۔ شیشہ اِس کی ایک عمدہ مثال ہے۔ لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ کوئی مادّی جسم ایسا نہیں جس میں ایصال کی طاقت کلیۃً مفقود ہو۔

موصلیت ——— مختلف چیزوں میں ایصالِ حرارت کی استعداد مختلف ہوتی ہے۔ چنانچہ چاندی کا چمچہ گرم چائے میں رکھا ہو تو وہ ذرا سی دیر میں سر سے پیر تک، اِس قدر گرم ہو جاتا ہے کہ اُس کو ہاتھ میں پکڑنا مشکل نظر آتا ہے۔ دُوسری طرف شیشہ کا یہ حال ہے کہ اُس کی چھوٹی سی سلاخ کا ایک سِرا تو آگ میں رکھا ہؤا پگھل رہا ہے اور دُوسرے سِرے کو خبر تک نہیں۔ لیکن اِس پر بھی ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ شیشہ میں سے حرارت کا ایصال بالکل نہیں ہوتا۔ اِس بناء پر ہم یوں کہینگے کہ چاندی **موصلیت** میں شیشہ سے بڑھی ہوئی ہے۔ یا چاندی کی **موصلیت** شیشہ کی **موصلیت** سے زیادہ ہے۔

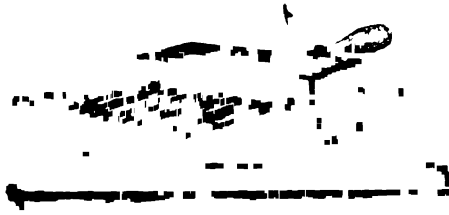
تجربہ ۶۴ ـــــــ موصلیتوں کا مقابلہ۔ شکل ۵۲
میں ا، ب، اور ج تانبے، پیتل اور لوہے کی تین سلاخیں ہیں۔ اِن میں سے ہر ایک کا قطر ۵ ملی میتر اور طول ۵۰ سنتی میتر کے قریب ہے۔ ب کے ایک سرے کا تھوڑا سا حصہ زاویۂ قائمہ پر موڑ دیا گیا ہے۔ اور د پر تینوں، تانبے کے ایک موٹے تار سے باندھ دی گئی ہیں۔

شکل ۵۲

اِن تینوں سلاخوں پر برش لے کر پگھلے ہوئے موم کی تہ جما دو اور لوہے کی تپائی پر رکھ کر گیس کی مشعل سے مقام د یعنی سلاخوں کے سنگھم کو گرم کرو۔ پھر دیکھو سنگھم سے لے کر باہر کی طرف موم سلاخوں پر کس انداز سے پگھلتا جاتا ہے۔ تپائی کے حلقہ اور سلاخوں کے درمیان کسی موصلِ ناقص کی ایک ایک گدی رکھ دینی چاہیئے۔ اِس سے تپائی اور سلاخوں کے درمیان حرارت کی آمد و رفت کم ہو جائیگی۔

تھوڑی سی دیر کے بعد تم دیکھوگے کہ ہر سلاخ پر موم کے پگھلاؤ

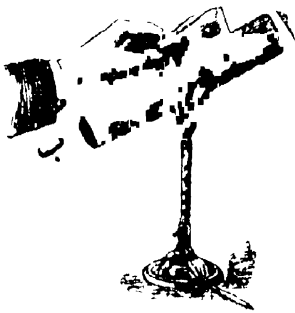
کا سلسلہ خاص خاص فاصلوں تک بڑھ کر رُک گیا ہے۔ یہ واقعہ اُس وقت پیش آتا ہے جب سلاخوں کا وجود عملِ اشعاع سے اتنی حرارت اِرد گِرد کی فضاء میں منتشر کرنے لگتا ہے کہ اُس کی مقدار عملِ ایصال سے سلاخوں کے اندر آنے والی حرارت کے برابر ہو جاتی ہے۔ جب یہ صورت قائم ہو جائے تو ظاہر ہے کہ سلاخوں کا کسبِ حرارت اُن کے نقصانِ حرارت کا مساوی ہونا چاہئے۔ اِس لئے سلاخوں کے اگلے حصوں میں اِتنی حرارت نہیں پہنچ سکتی کہ موم کو پگھلا دینے کے لئے کافی ہو۔ اب ناپ کر دیکھو تو معلوم ہوگا کہ تینوں سلاخوں پر جتنے جتنے فاصلوں تک موم پگھلا ہے اُن کی مقداریں مختلف ہیں۔ حرارت تینوں سلاخوں کو مساوی پہنچ رہی ہے۔ موٹائی بھی تینوں کی برابر ہے۔ پھر بتاؤ یہ فرق کس بات کا نتیجہ ہے۔ اِس فرق کی توجیہ یہی ہو سکتی ہے کہ حرارت کو مختلف قسم کے مادہ میں مختلف قدر و قیمت کی رُکاوٹ پیش آتی ہے۔ یا یوں کہو کہ مختلف چیزوں کی موصلیت یعنی ایصالِ حرارت کی استعداد مختلف ہے۔ آگے چل کر تمہیں معلوم ہوگا کہ یہ استعداد ہر چیز کی نوعیت پر موقوف ہے۔

مختلف چیزوں کی موصلیت کا مقابلہ کرنے کے لئے شکل ۱۵۳ کا آلہ زیادہ موزون ہے۔ اِس میں ۱ ایک دھات کا جنتر ہے۔ اِس کے ایک پہلو میں مختلف چیزوں کی سلاخیں لگی ہوئی ہیں۔ اِن سلاخوں پر موم کی تہ چڑھا دو اور جنتر میں گرم تیل ڈال دو۔ تھوڑی سی دیر کے بعد تمام سلاخوں پر موم پگھلنے لگیگا۔ اور مختلف سلاخوں پر مختلف دُوریوں تک پگھلیگا۔ علاوہ بریں بعض پر جلد جلد پگھلتا جائیگا اور بعض پر یہ عمل مقابلۃً سُست ہوگا۔ لیکن اِس سے

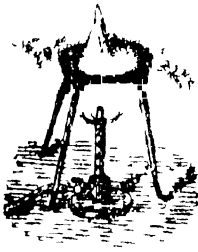
یہ نہ سمجھنا کہ جن سلاخوں پر موم جلد جلد پگھلتا ہے دیر تک اُسی حال میں رکھا رہنے کے بعد اُنہی کے اُوپر زیادہ دُور تک پگھلیگا۔ موم کے پگھلنے کے لئے ایک خاص درجہ کی تپش درکار ہے۔ مبدأ حرارت

شکل ۵۳

سے کسی خاص دُوری پر نگاہ رکھو تو جن چیزوں کی حرارتِ نوعی زیادہ ہے اِس دُوری پر اُن کی تپش مقابلۃً کم ہوگی اور موم زیادہ دیر میں پگھلیگا۔ اِس بناء پر' جن سلاخوں کی حرارتِ نوعی کم ہے اُن کے اُوپر موم کو جلد جلد پگھلنا چاہیئے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ موم کے پگھلاؤ کی سُرعت دیکھ کر سلاخوں کے ایصالِ حرارت کی استعداد کا مقابلہ نہیں ہو سکتا۔ اِس مطلب کے لئے صرف دُوری کو دیکھنا چاہیئے اور یہ بھی اُس وقت جب کہ تمام سلاخوں پر پگھلاؤ کا آگے بڑھنا بند ہو جائے۔ جب یہ حال ہوگا تو حرارتِ نوعی کا سوال باقی نہ رہیگا۔ اِس وقت جس قدر حرارت سلاخوں کے اندر ایصال سے داخل ہوگی اُسی قدر اِشعاع کے عمل سے خارج ہوتی جائیگی۔ اور تپش کے اعتبار سے ہر سلاخ ایک مستقل حال پر آجائیگی۔

شیشہ کی ایک چھوٹی سی سلاخ لے کر اُس کا ایک سرا پُھکنی کے شعلہ میں رکھ دو اور دُوسرے سرے کو ہاتھ میں پکڑے رہو۔ کچھ دیر کے بعد شُعلہ میں رکھا ہؤا سرا تو پگھلنے لگیگا اور دُوسرا سرا اِتنا بھی گرم نہ ہوگا کہ اُس کا ہاتھ میں پکڑنا مشکل ہو جائے۔ اِس سے ثابت ہے کہ شیشہ حرارت کے لئے موصلِ ناقص ہے۔ لکڑی اور دھات کی موصلیت کا مقابلہ کرنے کے لئے ذیل کے تجربہ پر غور کرو۔

تجربہ ۵۶ ——— شکل ۵۴ کو دیکھو۔ اِس میں ا ب ایک موٹی سلاخ ہے جس کا ایک حصہ دھات کا ہے اور ایک حصہ لکڑی کا۔ اِس سلاخ کے اُوپر جیسا کہ شکل میں دکھایا گیا ہے ایک کاغذ چڑھا دو۔ پھر گیس مشعل کے شعلہ میں رکھ کر سلاخ کو طولاً حرکت دو۔ تم دیکھوگے کہ کاغذ کا جو حصہ لکڑی پر ہے وہ اُس حصہ سے پہلے جُھلس جائیگا جو دھات کے اُوپر ہے اِس کی وجہ یہ ہے کہ دھات میں ایصالِ حرارت کی استعداد زیادہ ہے۔ کاغذ کو جو حرارت پہنچتی ہے وہ دھات اور لکڑی دونوں پر اثر کرتی ہے۔ لیکن دھات میں ایصال کی استعداد زیادہ ہے۔ اس لئے وہ حرارت کو کاغذ سے لے لے کر اپنے وجود میں منتشر کرتی جاتی ہے اور کاغذ کی تپش اِس حد تک بڑھنے نہیں پاتی کہ کاغذ جلنے لگے۔

ب

شکل ۵۴

تجربہ ۶۶ ـــــ دھات کی موصلیت - لوہے کی تپائی پر دھات کی جالی رکھ کر اُس کے نیچے گیس کی مشعل جلاؤ - اور مشعل کو اِس قدر اُوپر اُٹھا دو کہ شعلہ کا درمیانی حصہ جالی کو چُھونے لگے۔ دیکھو شعلہ جالی سے دب گیا اور جالی کے اُوپر اُس کا کوئی نشان نظر نہیں آتا حالانکہ جالی میں سُوراخ موجود ہیں۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ دھات کی جالی شعلہ کی حرارت کو جلد جلد اپنے وجود میں پھیلاتی جاتی ہے اور وہ مادہ جو شعلہ کے اِس حصہ میں جلتا تھا اُس کی تپش اب اِس حد کو نہیں پہنچتی کہ اُس کا جلنا ممکن ہو۔

شکل ۵۵

اب شعلہ کو بجھا دو اور تپائی کے اُوپر جو جالی رکھی ہے اُس کو ٹھنڈا ہو جانے دو۔ اِس کے بعد گیس کی ٹوٹی کھول دو اور گیس کو جالی کے اُوپر دیا سلائی دکھاؤ۔ گیس جالی کے اُوپر جلنے لگیگی اور جالی کے نیچے گیس پر اِس شعلہ کا کچھ اثر نہ ہوگا۔ شعلہ کی حرارت جالی کو پہنچتی ہے اور جالی اُس کو فوراً اپنے تمام وجود میں پھیلا دیتی ہے۔ اِس لئے جالی کے کسی حصہ کی تپش اِس حد تک بڑھنے نہیں پاتی کہ گیس کے **نقطۂ اشتعال** پر پہنچ جائے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ جالی کے نیچے گیس محفوظ رہتی ہے۔ کچھ دیر تک شعلہ کو جالی کے اُوپر اِسی حال میں رہنے دو۔ جالی اب شعلہ کی حرارت سے گرم ہوکر سُرخ ہو جائیگی اور اُس کی تپش گیس کے نقطۂ اشتعال پر پہنچ جائیگی۔ نتیجہ اِس کا

یہ ہوگا کہ جالی کے نیچے بھی گیس جلنے لگیگی۔

چراغِ حفاظت ——— یہ چراغ اِسی اُصول پر بنایا گیا ہے کہ دھاتوں میں ایصالِ حرارت کی استعداد بہت ہے شکل ۲۶ کو دیکھو۔ اِس میں اِسی چراغ کی تصویر دکھائی گئی ہے۔ یہ ایک معمولی چراغ ہے جس میں مٹی کا تیل جلتا ہے۔ شُعلہ کے لئے کافی گنجائش رکھ کر اِس کے اُوپر جالی لپیٹ دیتے ہیں۔ چراغ جلتا ہے تو شعلہ کی حرارت جالی کو پہنچتی ہے اور جالی کے تمام وجود میں پھیل جاتی ہے۔ پھر بتدریج آس پاس کی فضا میں منتشر ہوتی جاتی ہے۔ کوئلے کی کانوں میں روشنی کے لئے یہی چراغ استعمال کیا جاتا ہے۔ اِس قسم کی کانوں میں جلنے والی گیسیں جمع ہوتی رہتی ہیں۔ اور اگر چراغ کا شُعلہ ننگا ہو تو اِس سے چُھو کر بھڑک اُٹھتی ہیں۔ جالی کے استعمال سے یہ خطرہ باقی نہیں رہتا۔ ہاں اگر جالی زیادہ گرم ہو جائے تو یہ البتہ خطرہ کا مقام ہے۔ یہ موقع اِس طرح پیدا ہوتا ہے کہ کبھی جلنے والی گیسوں کی بہت سی مقدار جالی کے سُوراخوں میں سے اندر داخل ہو جاتی ہے۔ اِن کے جلنے سے شُعلہ کا حجم بڑھ جاتا ہے اور جالی زیادہ گرم ہونے لگتی ہے۔ اِس وقت اگر

شکل ۲۶ ۔ چراغِ حفاظت

احتیاط نہ کی جائے تو تمام کان میں آگ لگ جانے کا اندیشہ ہے۔ کانوں میں کام کرنے والے لوگ اِس موقع کو خوب پہچانتے ہیں۔ جب ذرا سا اشارہ پاتے ہیں تو فوراً چراغ کو ٹھنڈا کر دیتے ہیں۔

موصلیتِ حرارت کی شرح ——— یہ بات تمہیں معلوم ہو چکی ہے کہ تمام چیزوں میں ایصالِ حرارت کی استعداد یکساں نہیں ہوتی۔ تم یہ بھی دیکھ چکے ہو کہ مختلف چیزوں کی استعداد کا کس طرح مقابلہ کیا جاتا ہے۔ اب سوال یہ ہے کہ کسی چیز کے وجود میں ایصال کا انداز کیونکر معلوم کیا جائے؟ ہم جانتے ہیں کہ کسی ٹھوس جسم کی سلاخ کا ایک سرا آگ میں رکھ دیا جائے تو حرارت اُس کے اندر ہی اندر چل کر دُوسرے سرے تک پہنچ جاتی ہے۔ لیکن سب چیزوں میں ایصال کی رفتار مساوی نہیں ہوتی۔ اِس سے ہم یہ نتیجہ نکالتے ہیں کہ موصلیت میں مادہ کی نوعیت کو بھی کچھ نہ کچھ دخل ضرور ہے۔ پھر اس دخل کا اندازہ کس طرح کیا جائے؟ اِس مطلب کے لئے یہ دیکھنا چاہیئے کہ کسی چیز میں ایصال کی شرح کیا ہے۔

ا ب ج د (شکل ۱۵۰) ایک دھات کا تختہ ہے۔ اِس کے ایک رُخ پر حرارت پہنچاؤ تو حرارت ایصال کے عمل سے دُوسرے رُخ کی طرف جائیگی اور جب تک تختہ کے تمام حصے تپش کے اعتبار سے ایک حال پر نہ آ جائینگے اُس وقت تک یہی عمل برابر جاری رہیگا۔ فرض کرو کہ سامنے کے رُخ کی تپش ہر جگہ ت° م ہے اور دُوسرے رُخ کی تپش

ت۲°ھ - اور اِس بات کا انتظام کر لیا گیا ہے کہ دونوں کی تپش میں بھی (ت۱ - ت۲) کا تفاوت قائم رہے - اِس صورت میں ایک رُخ سے دُوسرے رُخ کی طرف حرارت کی ایک رَو قائم ہو جائیگی اور جب تک دونوں رُخوں کی تپش کے اِس تفاوت میں فرق نہ آئیگا یہ رَو اِسی حال پر قائم رہیگی - پھر کوئی وجہ نہیں کہ کسی ایک ثانیہ میں حرارت کی جو مقدار دُوسرے رُخ پر پہنچتی ہے دُوسرے ثانیہ میں بھی اُس کی مقدار وُہی نہ ہو -

شکل ع۵ے

اب اِس تختہ کے اندر ایک ایسے مکعب ٹکڑے کا تصور کرو جس کا ہر رُخ ایک سنتی میتر ہو - اور فرض کرو کہ اِس مکعب کے سامنے والے رُخ کی تپش دُوسرے رُخ کی تپش سے ۱°م زیادہ ہے - اس ٹکڑے میں سے ایک ثانیہ کے اندر حرارت کی جو مقدار گزر جائیگی وُہی اِس تختہ کی موصلیتِ حرارت کی شرح ہے -

کسی چیز کی موصلیتِ حرارت کی شرح، حرارت کی وہ مقدار ہے جو ایک ثانیہ کے اندر اُس چیز کے ۱ سنتی میتر مکعب ٹکڑے کے ایک رُخ سے دُوسرے مقابل کے رُخ پر پہنچ جاتی ہے بحالیکہ دونوں پہلوؤں کی تپش کا

فرق ۱° م ہو۔

اب فرض کرو کہ تمہارے سامنے ایک دھات کا تختہ ہے جس کا رقبہ س مربع سنتی میتر اور عمق ہر مقام پر ع سنتی میتر ہے۔ اِس تختہ کے دو مقابل کے رُخوں کی تپش میں اگر ت° م کا فرق قائم رکھا جائے تو حرارت کی جس مقدار کو یہ تختہ ایک رُخ سے دُوسرے رُخ پر پہنچا دیگا وہ چار چیزوں پر موقوف ہوگی:۔

(ا) تختہ کی موصلیتِ حرارت کی شرح — ص حرارہ

(ب) تپش کا تنزل، عمق کی ہر اِکائی میں — $\frac{\text{ت}^{\circ}}{\text{ع}}$ م

(ج) تختہ کا رقبہ — س مربع سنتی میتر

(د) مُدت جس میں حرارت کی رَو جاری رہتی ہے — م ثانیہ

اِس بناء پر، اِس حرارت کی مقدار ق کی قیمت حسبِ ذیل ہونا چاہیئے:۔

$$\text{ق} = \text{ص}\,\frac{\text{ت}\,\text{س}\,\text{م}}{\text{ع}}$$

ق کی قیمت معلوم ہو تو موصلیتِ حرارت کی شرح ریاضی کی زبان میں ذیل کی مساوات سے تعبیر ہوسکتی ہے:۔

$$\text{ص} = \frac{\text{ق}\,\text{ع}}{\text{ت}\,\text{س}\,\text{م}}$$

موصلیتِ حرارت کی شرح، مادہ کی نوعیت پر موقوف ہے۔ اِس لئے وہ مختلف چیزوں کے لئے مختلف ہوتی ہے۔ لیکن یہ نہ سمجھ لینا کہ کسی چیز کے لئے اِس کی جو قیمت ہے وہ ہر حال میں

مستقل رہتی ہے۔ یہ بات تجربہ سے ثابت ہو چکی ہے کہ ہر چیز میں پیمانۂ تپش کے مختلف مقامات پر اِس کی قیمت مختلف ہوتی ہے۔ ذیل میں ہم چند چیزوں کی موصلیتِ حرارت کی شرحیں درج کر دیتے ہیں۔ اِس سے یہ مضمون واضح ہوجائیگا۔ دیکھو تپش کے بڑھنے سے بعض چیزوں کی موصلیت کی شرح گھٹ جاتی ہے اور بعض کی بڑھ جاتی ہے۔

پیتل	°۰ م پر	۰٫۲۰۴
	°۱۰۰ م پر	۰٫۲۵۴
تانبا	°۰ م پر	۰٫۷۱۹
	°۱۰۰ م پر	۰٫۷۲۲
لوہا	°۰ م پر	۰٫۱۶۶
	°۱۰۰ م پر	۰٫۱۶۳
یخ		۰٫۰۰۴
شیشہ		۰٫۰۰۲
فلالین		۰٫۰۰۰۰۳۵

مثال ——— ایک حوض کا رقبہ ۱ مربع میتر ہے۔ اُس کے پانی پر یخ کی ۳ سمر موٹی تہ جمی ہوئی ہے۔ اگر یخ کی مُوصلیتِ حرارت کی شرح ۰٫۰۰۴ ہو تو بتاؤ ۳۰ دقیقہ کے اندر اِس یخ کی تہ میں سے کتنی حرارت گزریگی بحالیکہ ہوا کی تپش (−۱۵°) م ہے۔

یخ کا جو رُخ پانی کو چھو رہا ہے اُس کی تپش کو اگر °۰ م مان لیا جائے تو تپش کا تنزل، عمق کی ہر اِکائی میں $= \frac{15^\circ}{3} = 5^\circ$ م

یخ کا رقبہ = ۱ × ۱ مربع میٹر

= ۱۰۰ × ۱۰۰ مربع سنتی میٹر

= ۱۰^{۲} × ۱۰^{۲} مربع سنتی میٹر

= ۱۰^{۴} مربع سنتی میٹر

ملت جس میں حرارت کی رَو جاری رہیگی = ۳۰ دقیقہ

= ۱۸۰۰ ثانیہ

لہذا مقدارِ حرارت = $م \times \frac{ت\ س\ م}{ع}$

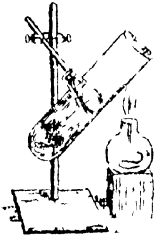
= ۰٫۰۰۴ × (۵ × ۱۰^{۴} × ۱۸۰۰)

= ۳۶ × ۱۰^{۴} حرارہ

مُوصلِ ناقص ——— مایع چیزیں عام طور پر ناقص مُوصل ہیں۔ پارا البتہ اِس سے مستثنٰی ہے۔ اور یہ ہونا بھی چاہیئے۔ کیونکہ پارا ایک دھات ہے اور دھاتیں بحکمِ عموم عمدہ موصل ہیں۔ پانی کو نیچے سے حرارت پہنچائی جاتی ہے تو وہ کچھ دیر کے بعد کھولنے لگتا ہے۔ اور یہ عمل کسی خاص حصہ کے ساتھ مخصوص نہیں رہتا۔ بلکہ سارے کا سارا پانی ایک حال پر آجاتا ہے۔ پانی اگر عمدہ مُوصل ہو تو چاہیئے کہ اُوپر سے حرارت پہنچانے پر بھی اِسی عجلت کے ساتھ کھولنے لگے۔ لیکن پانی کا یہ حال نہیں۔

تجربہ ۱۶۲ ——— **پانی مُوصلِ ناقص ہے**۔ امتحانی نلی میں تین چوتھائی تک ٹھنڈا پانی بھرو اور یخ کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا لے کر اِس پانی کے اندر ڈال دو۔ یخ کے ساتھ کسی وزنی دھات کا چھوٹا سا

ٹکڑا باندھ دینا چاہیئے کہ وہ اِس کو ساتھ لے کر نیچے بیٹھ جائے - امتحانی نلی کو پیندے کے قریب (شکل ۵۵ع) ہاتھ میں پکڑ لو اور گیسی مشعل کے شعلہ میں رکھ کر پانی کی سطح کے قریب کا حصہ گرم کرو۔ دیکھو اُوپر کا پانی خوب کھول رہا ہے۔ اور یخ پگھلا تک نہیں۔

شکل ۵۵ع

تجربوں سے ثابت ہے کہ ایصالِ حرارت میں گیسوں کا حال مایعات سے بھی بدتر ہے - چنانچہ تانبے کی موصلیتِ حرارت کی شرح سے مقابلہ کر کے دیکھا جائے تو ہوا کی موصلیتِ حرارت کی شرح اِس کے دس ہزارویں حصہ کو بھی نہیں پہنچتی -اِس بنا، پر، اگر ٹھوس چیزوں کی موصلیت کی تخمین میں حرارت کے اُس حصہ کو نظر انداز کر دیں جو ایصال کے عمل سے ہوا میں چلا جاتا ہے تو کچھ ہرج نہیں۔

تم نے اکثر دیکھا ہوگا گرمی کے موسم میں یخ کو کمل وغیرہ میں لپیٹ کر رکھتے ہیں۔ پھر مزید احتیاط کے لئے اُسے سرداب میں رکھ دیتے ہیں - کمل کی بُناوٹ میں تاگوں کے درمیان اور خود تاگوں کے اندر جو ذرا ذرا سی جگہیں خالی بچ رہتی ہیں اُن میں ہوا کی کچھ مقدار گھِر جاتی ہے اور ہوا حرارت کے لئے مُوصل ناقص ہے - اِس لئے باہر کی گرمی یخ تک نہیں پہنچتی اور یخ پگھلنے سے محفوظ رہتا ہے - یخ کو عموماً لکڑی کے بُرادہ میں بھی لپیٹ دیتے ہیں -اِس سے بھی وُہی فائدہ حاصل ہوتا ہے۔

سرداب کی ساخت بھی اسی اصول پر مبنی ہے۔ اس کی عام شکل یہ ہے کہ ایک دُہری دیوار کے صندوق میں دونوں دیواروں کے درمیان جگہ چھوڑ دیتے ہیں۔ اِس جگہ میں جو ہوا بھری رہتی ہے وہ اپنے نقصِ ایصال کے باعث باہر کی حرارت کو اندر نہیں آنے دیتی۔ اگر مزید احتیاط درکار ہو تو اِس خالی جگہ میں کوئی ٹھوس موصلِ ناقص بھر دیتے ہیں۔ اِس سے ہوا کی حرکت رُک جاتی ہے۔ اور اِس بات کا احتمال نہیں رہتا کہ ہوا کے سالمات جو بیرونی دیوار کو چھو کر گرم ہو جاتے ہیں اندرونی دیوار سے ٹکرا کر اُس کو گرم کر دینگے۔ جن مقامات پر گرمی زیادہ پڑتی ہے وہاں سرد ملکوں کے باشندے یا وہ اہلِ وطن جو اپنے آبائی ملک کی گرمی برداشت نہیں کر سکتے وہ اپنے رہنے کے مکان بھی اِسی اصول پر تیار کر لیتے ہیں۔ اِس قسم کے مکانوں میں گرمی کی حدّت بہت کچھ گھٹ جاتی ہے۔

گیارہویں فصل کی مشقیں

۱۔ سردی کے موسم میں صبح کے وقت باغبان نے ایک ہاتھ سے پھاوڑے کے دستہ کو اور دُوسرے ہاتھ سے اُس کے پھل کو چھُوا تو معلوم ہؤا کہ دستہ کی بہ نسبت پھل زیادہ سرد ہے۔ بتاؤ اِس بوالعجبی کی کیا توجیہ ہوگی؟

۲۔ اگر ایک خالص چاندی کا چمچہ اور ایک پیتل کا چمچہ جس پر

چاندی کا ملستع ہو دونوں کھولتے ہوئے پانی میں رکھ دیئے جائیں تو لعدا چمچے کے مقابلہ میں چاندی کے چمچے کا دستہ زیادہ گرم ہو جاتا ہے۔اس کی کیا وجہ ہے ؟

۳۔ برتن میں پانی ڈال کر نیچے سے حرارت پہنچائی جائے تو پانی جلد گرم ہو جاتا ہے۔ اور اگر اُوپر سے حرارت پہنچائی جائے تو دیر میں گرم ہوتا ہے۔اِس کی کیا وجہ ہے ؟

شکل بناکر دکھاؤ کہ مائع کو اگر نیچے سے حرارت پہنچائی جائے تو اُس کے ذرّے کس طرح حرکت کرتے ہیں۔

۴۔ ا اور ب دو امتحانی نلیوں میں پانی بھر دیا گیا ہے۔ ا میں یخ کا ایک چھوٹا سا ٹکڑا تیر رہا ہے۔ اور یخ کا ویسا ہی ایک اور ٹکڑا بوجھ کی مدد سے ب میں ڈبو کر اُس کی تہ پر پہنچا دیا گیا ہے۔ اب اگر ا کے بند سرے پر اور ب کے کھُلے سرے پر حرارت پہنچائی جائے تو کونسی نلی میں یخ پہلے پگھلیگا ؟ اور کونسی نلی میں پانی کے پہلے کھولنے کی امید ہے ؟ جواب مدلّل ہونا چاہیئے۔

۵۔ موٹے شیشہ کے برتن میں گرم پانی یا یخ ڈال دیا جائے تو برتن اکثر چٹخ جاتا ہے۔ اِس کی وجہ مفصل بیان کرو۔

۶۔ ا مربع دِسی میٹر رقبہ اور ۰٫۵ سمر موٹائی کی ایک دھات کی بنی ہوئی تختی کا ایک پہلو کُلیۃً پگھلتے ہوئے یخ سے ڈھکا ہُوا ہے اور دُوسرا پہلو کھولتے ہوئے پانی کو چُھو رہا ہے۔ اگر دھات مذکور کی مُوصلیت کی شرح ۰٫۱۴ ہو تو ایک گھنٹے میں کتنے کلو گرام یخ پگھل جائیگا۔

۷۔ ذیل کی باتیں ثابت کرنے کے لئے تم کون سے تجربے کروگے؟

(ا) چاندی حرارت کی عمدہ موصل ہے۔

(ب) پانی حرارت کا ناقص موصل ہے۔

۸۔ پیتل کے بٹن کو ہم میز پر رگڑتے ہیں تو وہ گرم ہو جاتا ہے۔ اس حرارت کا مبدأ کیا ہے؟ اگر یہی گرم بٹن کچھ دیر تک میز پر رکھ دیا جائے تو وہ پھر ٹھنڈا ہو جاتا ہے۔ بتاؤ اس کی حرارت کہاں غائب ہو جاتی ہے؟

۹۔ حرارت ایک جگہ سے دوسری جگہ کن کن طریقوں سے پہنچتی ہے؟ بود و باش کے مکانوں کے اندر ہوا کی آمد و رفت پیدا کرنے میں انتقالِ حرارت کا کونسا طریقہ کام دیتا ہے؟

۱۰۔ لمپ کی گرم چمنی کو چاقو کے سرد پھل سے چھو لیں تو چمنی عموماً ٹوٹ جاتی ہے۔ سردی کے موسم میں رات کے وقت پالا پڑ رہا ہو اور پانی سے بھری ہوئی بوتل مضبوط ڈاٹ لگا کر کھلی ہوا میں رکھ دی جائے تو بوتل ٹوٹ جاتی ہے۔ ان واقعات کے اسباب بیان کرو اور جواب میں حتی الامکان تفصیل سے کام لو۔

۱۱۔ حملِ حرارت سے کیا مراد ہے؟ شکل بنا کر اس مثال سے جواب کی توضیح کرو کہ برتن میں پانی ڈال کر اسے نیچے سے حرارت پہنچا رہے ہیں۔ پھر دلائل سے ثابت کرو کہ سیال میں حمل کا عمل کیوں ہوتا ہے۔

بارھویں فصل

اشعاع

تم دھوپ میں بیٹھتے ہو تو تمہارا جسم آفتاب کی گرمی محسوس کرتا ہے۔ یہ حرارت آفتاب سے چل کر زمین تک کیونکر پہنچ گئی؟ ہمارے کرۂ ہوائی کی گہرائی چند میل سے زیادہ نہیں پھر اِس کے بعد لکوکہا میل تک مسلسل' مادہ کا نشان نہیں مِلتا کہ ایصال یا حمل کے عمل کو حرارت کی آمد کا ذریعہ سمجھ لیا جائے۔ تمہارے سامنے کئی فُٹ کے فاصلہ پر آگ جلتی ہے اور تمہارا وجود اِتنی دُور سے اُس کی حرارت محسوس کر رہا ہے۔ آگ کی حرارت نے یہ فاصلہ کس طرح طے کر لیا؟ ایصال کا عمل اِس کی توجیہ کے لئے کافی نہیں۔ تمہارے جسم اور آگ کے درمیان صرف ہوا حائل ہے اور تم پہلے پڑھ چکے ہو کہ ہوا ایصالِ حرارت میں سخت ناقص ہے۔ ایصال کے بعد حمل پر نگاہ پڑتی ہے۔ لیکن اِس واقعہ کی توجیہ کے لئے یہاں بھی کامیابی کی صورت نظر نہیں آتی۔ ہوا میں حملی رَو اختلافِ کثافت سے پیدا ہوتی ہے۔ آگ کی حرارت سے جو ہوا گرم ہوتی ہے

وہ پھیل کر اُوپر اُٹھ جاتی ہے اور اِرد گرد کی سرد ہوا اُس کی جگہ لینے آتی ہے۔ اِس صورت میں گرم ہوا کی سمتِ حرکت نیچے سے اُوپر کی طرف ہونی چاہیئے اور اِدھر اُدھر سے جو سرد ہوا آتی ہے اُس کی سمت حرکت اِرد گرد سے آگ کی طرف۔ پھر حمل کے عمل سے آگ کی حرارت تمہارے وجود تک کس طرح پہنچ سکتی ہے؟ اِس سے ظاہر ہے کہ انتقالِ حرارت کے لئے ایصال اور حمل کے علاوہ کوئی تیسری صورت بھی ہے۔ اِسی کو ہم اِشعاع کہتے ہیں۔ اِس عمل کی امتیازی خصوصیتیں حسبِ ذیل ہیں:۔

۱۔ اِس کے لئے مادہ کی وساطت درکار نہیں۔

۲۔ اِس کی حرکت خطوطِ مستقیم میں ہوتی ہے۔

۳۔ نور کی طرح اِس کی رفتار بھی ہزارہا میل فی ثانیہ ہے۔

۴۔ اِشعاعی حرارت کے واردات کو نور کے واردات سے اِس قدر مشابہت ہے کہ اِس پر نور کے کُلیات کا بوجہِ اتم اطلاق ہو سکتا ہے۔

گرمی کے موسم میں بوتل میں پانی بھر کر آفتاب کی شعاعوں کے سامنے رکھ دیا جائے تو اِس کے پیچھے کپڑا رکھ کر جلایا جا سکتا ہے۔ اور لطف یہ کہ پانی پر حرارت کا کچھ زیادہ اثر نہیں ہوتا۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ حرارت کے انتقال میں پانی کی وساطت کس قدر ہے۔ ہم یہ نہیں کہہ سکتے کہ

پانی نے ایصال کے عمل سے آفتاب کی حرارت کو ایک طرف سے دُوسری طرف پہنچا دیا۔ اگر اِس میں ایصال کا شائبہ ہوتا تو لازم تھا کہ پانی بھی گرم ہو جاتا۔ تاہم اِس میں شک نہیں کہ حرارت کسی نہ کسی طرح پانی کے وجود میں سے گزر گئی ہے۔

ایک محدّب عدسہ آفتاب کے سامنے رکھو۔ اِس سے پچھلی طرف اپنا ہاتھ رکھ کر اُس کے اُوپر آفتاب کا خیال لے لو اور دیکھو تمہارا ہاتھ کتنی حرارت محسوس کرتا ہے۔ اِس کے بعد ہاتھ کی جگہ ایک سیاہ کپڑے کا ٹکڑا رکھو اور اندازہ سے اُس کو عدسہ کے نقطۂ ماسکہ پر لے آؤ۔ اِس سے کپڑا جلنے لگیگا۔ اور عدسہ کو دیکھو تو اُس کی تپش میں کوئی قابلِ لحاظ اضافہ محسوس نہ ہوگا۔ پھر کیا تم کہہ سکتے ہو کہ اِس حرارت کے انتقال میں عدسہ کے مادہ کی بھی کچھ وساطت ہے؟

اِس تقریر سے ظاہر ہے کہ حرارت مادہ کی وساطت کے بغیر بھی ایک جگہ سے دُوسری جگہ پہنچ سکتی ہے۔

اِسی عمل کا نام اِشعاع ہے۔ اب سوال یہ ہے کہ اِشعاع کیونکر عمل کرتا ہے؟ اِس عمل سے حرارت ایک جگہ سے دُوسری جگہ کس طرح پہنچ جاتی ہے؟ اِس مطلب کو سمجھنے کے لئے اِس بات پر غور کرنا چاہیئے کہ حرارت کی اصلیت کیا ہے۔ جس شئے کا ہم نے حرارت نام رکھا ہے وہ حقیقت میں کیا چیز ہے؟ اگلے لوگوں کا خیال تھا کہ حرارت ایک مادّی سیّال ہے جو معمولی مادہ کے ساتھ مِل کر

ایک نئی چیز پیدا کر دیتا ہے۔ اِس بناء پر گرم اور سرد لوہے کے ٹکڑوں میں یہ فرق ہوگا کہ گرم ٹکڑا" لوہے اور اِس سیّال کا گویا ایک کیمیائی مرکب ہے۔ چنانچہ اِسی خیال سے اُنہوں نے حرارت کو ایک مستقل عنصر قرار دے رکھا تھا۔ لیکن آج یہ فیصلہ ہو چکا ہے کہ حرارت کوئی مادّی چیز نہیں۔ صرف توانائی کی ایک شکل ہے۔ حرارت کوئی مادّی چیز ہوتی تو ضرور تھا کہ اِس کا کچھ وزن بھی ہوتا۔ لیکن نازک سے نازک تجربوں سے بھی اِس کے وزن کا کوئی ثبوت نہیں ملتا۔ دُوسری طرف اِس بات کے متعلق کہ حرارت توانائی کی ایک شکل ہے اِس قدر ثبوت بہم پہنچ چکا ہے کہ اب اِس میں انکار کی گنجائش باقی نہیں۔ اِس کتاب میں ہم اِن مسائل کو تفصیل سے بیان نہیں کر سکتے۔ اِس لئے اِسی مجمل سے اشارہ پر اِکتفا کرتے ہیں۔

اب سوال یہ ہے کہ حرارت اگر توانائی ہی کی ایک شکل ہے تو پھر یہ توانائی فاصلہ کو کس طرح طے کر لیتی ہے۔ آج تک کوئی اِس قسم کی توانائی دیکھنے میں نہیں آئی کہ بذاتِ خود اپنی ہستی پر قادر ہو۔ ہر توانائی کے لئے کسی نہ کسی قسم کا **محمل** درکار ہے۔ لیکن ہم دیکھ چکے ہیں کہ حرارت مادہ کی وساطت سے مستغنی ہے۔ پھر وہ کیا چیز ہے جو اِس توانائی کے لئے محمل کا کام دیتی ہے؟

اِس مطلب کے لئے اہلِ فن کو ماننا پڑتا ہے کہ تمام

فضاء میں ایک خاص نوعیت کا وجود بھرا ہؤا ہے جو مادہ سے ایک جُداگانہ چیز ہے۔ اِس وجود کو اثیر کہتے ہیں۔اِس کے لئے کسی خاص جگہ کی خصوصیت نہیں۔ وہ ہر جگہ ایک حال پر پھیلا ہؤا ہے۔شجر و حجر' جوّ و سما' خلا و ملا' غرض سارے کی ساری فضا اِسی وجود سے بھری ہوئی ہے۔ چنانچہ مادہ کے اندر بھی اثیر کی ہستی موجود ہے۔ سالماتِ مادہ کے اہتزاز سے اِس اثیر میں تموّج پیدا ہوتا ہے۔ پھر یہی اثیر کی موجیں مادہ سے ٹکراتی ہیں تو اُن کے تصادم سے مادہ کے سالمات کی توانائیِ حرکت بڑھ جاتی ہے اور ہم کہتے ہیں کہ مادہ گرم ہو گیا۔ اب آؤ اِس مضمون کو ذرا تفصیل سے دیکھیں۔

آفتاب کی مثال لے لو۔ یہ ایک مادّی جرم ہے جس کی تپش بے حد بلند ہے۔ اِس کے وجود میں حرارت کی اِتنی کثیر مقدار موجود ہے کہ اِس کے سالمات نہایت سُرعت کے ساتھ حرکت کرتے ہیں۔ ہم پہلے بیان کر چکے ہیں کہ حرکت کی تین صورتیں ہمارے تصور میں آسکتی ہیں۔ ایک **انتقالی**۔ دُوسری **محوری**۔ اور تیسری **اہتزازی**۔ اہتزازی حرکت میں سالمات گھڑی کے رقّاص کی طرح ایک اندازِ مقرر سے رقص کرتے ہیں۔ جب حرکت کا یہ انداز ہو تو ظاہر ہے کہ جس چیز کو متحرک جسم بار بار چھوتا رہیگا اُس پر اِسی انداز سے ٹھوکر پڑتی رہیگی اور اِس سے برابر ایک تال کی کیفیت پیدا ہو جائیگی۔ اب اگر یہ چیز اِس نوعیت کی ہے کہ اِن ٹھوکروں کا اثر

اُس کے وجود میں نفوذ کرسکتا ہے تو یہی تال کی کیفیت آگے بڑھتی جائیگی اور اِس کے پیچھے پیچھے اُن ٹھوکروں کا اثر ہوگا جو اِس کے بعد سرزد ہوتی ہیں۔ اِس طرح جب تک متحرک جسم کی اہتزازی حرکت قائم ہے اُس چیز کے وجود میں یہی سلسلہ برابر جاری رہیگا۔ اِسی کو ہم تموّج کہتے ہیں۔ آفتاب کے سالمات کی اہتزازی حرکت سے اثیر کے وجود میں موجیں پیدا ہوتی ہیں۔ یہی موجیں جب مادّہ سے ٹکراتی ہیں تو اِن کی ٹکّروں سے مادہ کے سالمات کا اہتزاز تیز ہو جاتا ہے اور ہم کہتے ہیں کہ مادہ گرم ہوگیا۔ ہم کسی جسم کو چھُوتے ہیں تو اِسی اہتزاز سے ہمارے وجود میں وہ احساس پیدا ہوتا ہے جس کا نام عرفِ عام میں گرمی یا حرارت ہے۔ سالمات کا اہتزاز بڑھانے میں اثیر کی وُہی موجیں کام آتی ہیں جن کا تموّج سالمات کے ذاتی اہتزاز کے مناسبِ حال ہو۔ باقی کچھ ٹکّر کھاکر لوٹ جاتی ہیں اور کچھ اُس اثیر میں سے ہوتی ہوئی جو مادہ کے اندر موجود ہے آگے گزر جاتی ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ بوتل کا پانی یا محدّب عدسہ کا مادہ تو چنداں گرم نہیں ہوتا اور اِن کی اوٹ میں رکھا ہوُا کپڑا جلنے لگتا ہے۔

اِس بحث کو زیادہ پھیلانے کا یہ محل نہیں۔ طبیعیات کا شعبۂ نور پڑھوگے تو یہ مسٔلہ زیادہ واضح ہو جائیگا۔ یہاں صرف اِتنی سی بات یاد رکھو کہ جس چیز کو ہم حرارت

کہتے ہیں وہ حقیقت میں ایک قسم کی توانائی ہے جو اثیری تموّج کی شکل میں اثیر کے اندر اندر ایک جگہ سے دُوسری جگہ پہنچ جاتی ہے۔ اِس تموّج کی موٹی سی کیفیت ہم نے بیان کر دی ہے اور یہ نہیں بتایا کہ اِس کی شکل کیا ہے۔ اِس کا سمجھنا ابھی تمہارے لئے مشکل ہے۔

اِشعاع کے رستے میں آکر مادّی اجسام دو گروہوں میں بٹ جاتے ہیں۔ ایک وہ جن کے وجود سے اِشعاع کے رستے میں رُکاوٹ پیدا نہیں ہوتی یا اگر ہوتی ہے تو اِتنی زیادہ نہیں ہوتی کہ اثیر کی موجوں کے لئے اُن کے وجود میں سے گزرنا محال ہو جائے۔ اِس قسم کے اجسام کو حرارت کے اعتبار سے **شفّاف** کہتے ہیں۔ دُوسرا گروہ اُن اجسام کا ہے جن کا وجود حرارت کے تموّج کو اِس طرح کاٹ دیتا ہے کہ اثیر کی موجیں بیشتر اُن ہی کے وجود میں جذب ہو جاتی ہیں اور اُن کو آگے نکل جانے کا موقع نہیں ملتا۔ اِس گروہ کے اجسام کو حرارت کے اعتبار سے **غیر شفّاف** سمجھنا چاہئے۔ ہوا، پانی، اور شیشہ کا وجود حرارت کے لئے شفّاف ہے۔ مٹی، دھات، لکڑی وغیرہ غیر شفّاف چیزیں ہیں۔ یہ بات ہم پہلے بیان کر چکے ہیں کہ مادہ اثیر کی اُن ہی موجوں کو جذب کرتا ہے جن کا تموّج سالماتِ مادہ کے اہتزاز کو موافق ہو۔ موافقت کا انحصار موجوں کے طول پر ہے۔ مادہ کی تپش بڑھتی ہے تو اِس کے سالمات کا اہتزاز

تیز ہوتا جاتا ہے۔ جب سالمات کا اہتزاز تیز ہوگا تو ظاہر ہے کہ اُن کے وجود سے اثیر کو جلد جلد دھکے لگینگے جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ اثیر کا تموّج تیز ہوتا جائیگا۔ یعنی موجیں سُرعت کے ساتھ ایک دوسری کا تعاقب کرنے لگینگی۔ اور موجوں کا طول پہلے حال پر قائم نہ رہیگا۔

اب غور کرو۔ کیا کسی شفّاف جسم کے لئے یہ ممکن ہے کہ وہ ہر حال میں شفّاف رہے؟ واقعہ یہ ہے کہ طولِ امواج کے ساتھ ساتھ مادہ کا شفیف بھی بدلتا جاتا ہے۔ چنانچہ چولھے کے سامنے عموماً شیشہ کا پردہ لگا دیتے ہیں۔ یہ باورچی کے بدن کو آگ کے اِشعاع سے محفوظ رکھتا ہے۔ لیکن آفتاب کے سامنے رکھی ہوئی شیشہ کی دیوار اِس مطلب کے لئے بیکار ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ آفتاب کی تپش بہت بڑھی ہوئی ہے۔ اِس کی امواجِ حرارت کا طول اِتنا کم ہے کہ شیشہ کے سالمات اُن کو جذب نہیں کر سکتے اور وہ شیشہ کے وجود سے آگے نکل جاتی ہیں۔ چولھے کی آگ کا یہ حال نہیں۔ اِس کی تپش کم ہے۔ اِس لئے اثیر میں لمبی لمبی موجیں پیدا ہوتی ہیں جو شیشہ کے سالمات کے اہتزاز کو موافق آجاتی ہیں۔ اِس لئے وہ اِن کو جذب کر لیتے ہیں۔ اِن موجوں کے لئے شیشہ غیر شفّاف ہے۔

اب آؤ یہ دیکھیں کہ ایصال اور اِشعاع میں کیا

تعلق ہے۔ کیا یہ دونوں جُداگانہ چیزیں ہیں یا ایک ہی چیز کی دو شکلیں ہیں؟ اُوپر کی تقریر سے تم پر روشن ہو گیا ہوگا کہ کسی گرم جسم کے سالمات کے اہتزاز سے جب اثیر کو دھکے لگتے ہیں تو اِن دھکوں سے اثیر کے وجود میں تموّج کی کیفیت پیدا ہوتی ہے اور یہ کیفیت ہر طرف پھیل جاتی ہے۔ پھر یہ تموّج کسی مادّی جسم سے ٹکراتا ہے تو جو موجیں اِس جسم کے سالمات کے اہتزاز کو موافق آتی ہیں اُن سے جسمِ مذکور کے سالمات کا اہتزاز تیز ہو جاتا ہے۔ باقی موجوں میں سے بعض ٹکرا کر منعکس ہو جاتی ہیں۔ اور بعض کا یہ حال ہوتا ہے کہ مادّی جسم کے اندر جو اثیر موجود ہے اُس کی وساطت سے آگے گزر جاتی ہیں۔

اب ذرا اُن موجوں پر غور کرو جو مادّی جسم کے سالمات کو اہتزاز میں مدد دیتی ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ اِن موجوں کا اثر سب سے پہلے اُن سالمات کے اہتزاز پر ہوگا جو جسمِ مذکور کی سطح پر واقع ہیں۔ پھر اِن سالمات کے وجود سے ساتھ کے سالمات متاثر ہونگے۔ اِسی طرح یہ اثر آگے بڑھتا جائیگا اور ہم کہینگے کہ حرارت' مادّی جسم کے اندر پھیلتی جاتی ہے۔ یہی عمل ہے جس کا ایصال نام رکھا گیا ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ نوعیت کے اعتبار سے ایصال اور اِشعاع میں کوئی فرق نہیں۔ دونوں صورتوں کا مُحرّک وُہی ایک چیز یعنی تموّج ہے۔ اِس تقریر سے تم یہ بھی سمجھ

سکتے ہو کہ ایصال میں انتقالِ حرارت کا عمل جو اِس قدر سُست ہوتا ہے تو یہ کچھ خلافِ قیاس نہیں۔ ذرا اِس کی اصلیت پر تو غور کرو۔ یہاں آکر تموّج سالمات کی وساطت سے آگے بڑھتا ہے۔ سالمات کا ایک طبقہ اگلے طبقے سے ٹکراتا ہے اور اگلا طبقہ اِس اثر کو آگے پہنچاتا ہے۔ پھر اِس میں زیادہ وقت کا صَرف ہونا کچھ تعجب کی بات نہیں۔

اب ذرا اِس مضمون پر غور کرو کہ تپش کی مساوات کس کو کہتے ہیں۔ حرارت جب ایک قسم کا تموّج ہے جو اثیر میں پیدا ہو کر دُوسری جگہ پہنچ جاتا ہے تو پھر گرم اور سرد جسموں میں صرف اِس قدر فرق ہونا چاہئے کہ گرم جسم کے سالمات اثیر میں زیادہ سُرعت کے ساتھ موجیں پیدا کرتے ہیں۔ مادہ کے سالمات چونکہ ہر حال میں حرکت کرتے رہتے ہیں اِس لئے یہ فرق صرف حِدّت کا فرق ہے۔ ورنہ جن چیزوں کو ہم سرد کہتے ہیں اُن کے سالمات سے بھی اثیر میں یہی کیفیت پیدا ہوتی رہتی ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ گرم اور سرد جسموں میں جو فرق ہے وہ محض ایک کیفیتِ اضافی ہے۔ اِسی خیال کو ہم اِس طرح بھی ادا کر سکتے ہیں کہ گرم جسم کے سالمات کی حرکت تیز تر ہے اِس لئے اُس کے وجود میں توانائی کی مقدار زیادہ ہے۔

فرض کرو کہ کمرے کے اندر ایک لوہے کا گولہ ہوا میں معلّق ہے۔ ہم نے اِس گولے کو حرارت پہنچا کر سُرخ کر دیا ہے۔

اِس سے کچھ فاصلہ پر اُسی کمرے کے اندر ایک اَور گولہ لٹک رہا ہے جس کی تپش باقی کمرے کی تپش کے ساتھ ایک حال پر ہے۔ گرم گولے کے سالمات کے اہتزاز سے اثیر میں جو تموّج پیدا ہوتا ہے وہ ہر طرف پھیلتا جاتا ہے۔ اور اُس کے رستے میں جتنی مادّی چیزیں آتی ہیں اُن سب کے وجود سے ٹکراتا ہے۔ اِس کا نتیجہ یہ ہے کہ اُن کے سالمات کا اہتزاز پہلے کی بہ نسبت زیادہ تیز ہو جاتا ہے۔ آؤ ہم سہولت کے لئے تمام کمرے اور اُس کے مافیہ کو نظر انداز کر کے صرف اِن گولوں کو لے لیں اور یہ بات فرض کرلیں کہ اِشعاع کے لین دین میں اِن دونوں کے سوا اَور کسی چیز کو کچھ دخل نہیں۔ جب گرم گولے کے سالمات کے اہتزاز سے اثیر میں تموّج پیدا ہوتا ہے تو ظاہر ہے کہ اِس تموّج کے پیدا کرنے میں سالمات کی کچھ توانائی صرف ہو جاتی ہے۔ اور چونکہ تموّج کا عمل مسلسل ہے اِس لئے یہ توانائی لگاتار صرف ہوتی رہتی ہے۔ جب یہ حال ہو تو ضرور ہے کہ سالمات کا اہتزاز سُست ہوتا جائے۔ اور جب اہتزاز سُست ہوتا جائیگا تو اِس کے معنی یہ ہیں کہ گولے کی تپش کم ہو رہی ہے۔ اِسی کو ہم گولے کا ٹھنڈا ہونا کہتے ہیں۔ کیونکہ مادّہ کی جس کیفیت کا نام تپش ہے وہ اِسی اہتزاز کا نتیجہ ہے۔ اب دُوسرے گولے کے واردات پر غور کرو۔ گرم گولے کے وجود سے جو اثیر میں تموّج پیدا ہوتا ہے وہ اِس سرد گولے سے ٹکراتا ہے۔

اِدھر سرد گولے کے سالمات بھی ساکن نہیں۔ وہ بھی اپنے اندازِ مقرر کے ساتھ ایک تال پر رقص کر رہے ہیں۔ اثیر کی جتنی موجیں اِن سالمات کے اہتزاز کو موافق آتی ہیں وہ سب سرد گولے کے وجود میں جذب ہو جائینگی جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ اِس گولے کے سالمات کا اہتزاز تیز ہوتا جائیگا اور جب اہتزاز تیز ہوتا جائیگا تو تپش کا بڑھ جانا اِس کا لازمی نتیجہ ہے۔ یہی حالت ہے جس کو دیکھ کر ہم کہتے ہیں کہ گولہ گرم ہو رہا ہے۔ دیکھو وُہی قوت جو گرم گولے کے سالمات کے لئے مایۂ تحرک تھی، تموّج کی شکل میں اثیر کے اندر اندر چل کر سردگولے کے وجود میں آ رہی ہے۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ رفتہ رفتہ ایک گولہ ٹھنڈا اور دُوسرا گرم ہوتا جاتا ہے۔

لیکن کیا اِس دَوران میں سرد گولہ بالکل خاموش ہے؟ اِس کے سالمات بھی تو آخر اہتزاز میں ہیں۔ کیا اِن کے اہتزاز کا، اثیر پر کچھ اثر نہ ہونا چاہیئے۔ سرد گولے کے سالمات کا اہتزاز بھی اثیر میں تموّج پیدا کر رہا ہے۔ صرف اتنا فرق ہے کہ یہ تموّج اُس قدر تیز نہیں۔ تاہم اِس میں تو شک نہیں کہ یہ بھی تموّج ہے۔ پھر گرم گولے کے سالمات کے اہتزاز پر اِس کا بھی تو کچھ اثر ہونا چاہیئے۔ سرد گولے کے سالمات کا اہتزاز تمام گرداگرد کے اثیر کو ایک تال پر دھکے دے رہا ہے۔ اِن مسلسل دھکوں کے اثر سے اثیر میں موجیں پیدا ہوتی ہیں اور گرم گولے سے

جا کر ٹکراتی ہیں۔ اِس طرح سرد گولے کی توانائی موجیں بن بن کر اثیر میں سے ہوتی ہوئی گرم گولے کے وجود میں پہنچ رہی ہے۔ اِسی خیال کو ہم عُرفِ عام میں یوں ادا کرتے ہیں کہ ایک جسم کی گرمی سے دُوسرا جسم گرم ہو رہا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ اگر سرد گولہ گرم گولے سے حرارت لے رہا ہے تو اپنی حرارت اُس کو دے بھی رہا ہے۔ حرارت کے لین دین کا یہی سلسلہ برابر چلا جاتا ہے۔ لیکن سرد گولے کا کسبِ حرارت اُس کے نقصانِ حرارت سے بڑھا ہؤا ہے۔ اِس لئے سرد گولہ گرم اور گرم گولہ ٹھنڈا ہوتا جاتا ہے۔ اِسی طرح آخرکار دونوں کی تپش ایک حال پر آجاتی ہے۔ اور ہم کہتے ہیں کہ دونوں گولوں کی تپش مساوی ہو گئی۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھنا کہ تپش کی مساوات سے اب حرارت کا لین دین بند ہو گیا۔ واقعہ یہ ہے کہ اِس حال میں بھی گولوں کے سالمات اہتزاز میں ہیں اور دونوں طرف سے اثیر میں تموّج پیدا ہو رہا ہے۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ اب حِدّت کا پلّہ کسی طرف جھکتا نہیں۔ دونوں گولوں میں حرارت کا لین دین ایک دُوسرے کا مساوی ہے۔ اور اِسی کو ہم تپش کی مساوات کہتے ہیں۔

اِشعاع کی اِستعداد ــــــــ کسی گرم جسم کے وجود سے جو حرارت عملِ اِشعاع سے خارج ہوتی ہے اُس کے اخراج کی شرح دو چیزوں پر موقوف ہے:۔

(ا) گرم جسم اور فضائے محیط کی تپش کا فرق۔
(ب) گرم جسم کی سطح کی نوعیت۔

پہلی شق کے لئے مزید تشریح کی ضرورت نہیں۔اُوپر کی تقریر میں جو کچھ بیان ہو چکا ہے اُس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ گرم جسم کی تپش فضائے محیط کی تپش سے جس قدر زیادہ ہوگی اُسی قدر اُس کا کسبِ حرارت کم ہوگا اور نقصانِ حرارت زیادہ۔شقِ ثانی البتہ تشریح طلب ہے۔ اِس کو ہم کسی قدر تفصیل سے بیان کرتے ہیں۔

یہ بات تجربہ سے ثابت ہے کہ ایک ہی حالت میں رکھی ہوئی مختلف چیزوں کے وجود سے حرارت کی مختلف مقدار خارج ہوتی ہے۔بعض چیزیں زیادہ حرارت خارج کرتی ہیں اور بعض کم۔ اِس لئے ضرور ہے کہ مختلف چیزوں کی استعدادِ اِشعاع کا بھی کچھ ذکر ہو۔ مساوی تپش کے دو جسم یکساں حالتوں میں رکھے ہوں اور اُن میں سے ایک کے وجود سے دُوسرے کی بہ نسبت حرارت کا اخراج زیادہ ہو تو ہم کہینگے کہ اِس جسم کی استعدادِ اِشعاع اُس جسم کی استعدادِ اِشعاع سے زیادہ ہے۔

یہ بات ثابت ہو چکی ہے کہ اِشعاع کی اِستعداد سطح کی نوعیت پر موقوف ہے۔ چنانچہ سطح کی نوعیت بدل دینے سے ہر جسم کی اِستعدادِ اِشعاع بھی بدل جاتی ہے۔ٹین کا ایک چوکور بھبکا لو جس کے پیندے میں اِس بات کا

انتظام کر دیا گیا ہو کہ وہ ایک عمودی محور پر گھوم سکے۔ باہر کی طرف اِس بھبکے کے ایک پہلو پر چاندی کا، دُوسرے پہلو پر سونے کا، اور تیسرے پہلو پر تانبے کا، پتلا سا مجلّا ورق چڑھا دو۔ اور چوتھے پر کوئی روغن لگا دو۔ پھر اِس بھبکے کے اندر گرم پانی ڈالو اور اُس سے کچھ فاصلہ پر ایک نہایت نازک تپش پیما رکھ دو۔ اب بھبکے کو گھما کر باری باری سے اُس کے چاروں پہلو اِس تپش پیما کے سامنے لاؤ۔ تم دیکھوگے کہ صیقل شدہ دھاتوں کی سطح سے اِشعاع کا عمل نہایت سُست ہے اور روغنی پہلو اِشعاع میں سب سے بڑھا ہُوا ہے۔

دھاتوں کو صیقل کر دیا جاتا ہے تو اُن کی استعدادِ اِشعاع بہت کچھ گھٹ جاتی ہے۔ چنانچہ صیقل شدہ دھات کے برتنوں میں پانی زیادہ دیر تک گرم رہ سکتا ہے۔ اِسی بنا پر حرارہ پیما کے لئے ضروری ہے کہ اُس کی بیرونی سطح پر خوب صیقل کر دیا جائے۔ صیقل شدہ سطح کا خاصّہ ہے کہ اُس سے حرارت کی موجیں ٹکراتی ہیں تو اُن میں سے اکثر منعکس ہو کر واپس لَوٹ جاتی ہیں۔ اور جب حرارت کی موجیں واپس لَوٹ جائینگی تو ظاہر ہے کہ اِشعاع ضرور کمزور ہو جائیگا۔

سطح کی نوعیت کا اثر جس طرح اِشعاع پر پڑتا ہے اُسی طرح جذبِ حرارت کی شرح بھی اِس اثر سے خالی نہیں رہتی۔ چنانچہ روغنی یا سیاہ سطحیں، دھات کی چمکدار صیقل شدہ

سطح کی بہ نسبت زیادہ حرارت جذب کرتی ہیں - سیاہ کوٹ پہننے کا تمہیں اکثر اتفاق ہُوا ہوگا - اِس حالت میں اگر آفتاب کی طرف پیٹھ کر کے بیٹھ جاؤ تو چند دقیقوں میں سیاہ کپڑا اِس قدر حرارت جذب کر لیگا کہ تمہاری پیٹھ اِس حرارت کو بخوبی محسوس کر سکیگی - پس اِس بات کو اصولاً یاد رکھو کہ جن چیزوں میں اِشعاع کی استعداد زیادہ ہے اُن میں جذبِ حرارت کی استعداد بھی زیادہ ہے -

اِس اصول کو ہم یوں ثابت کر سکتے ہیں کہ دو مشابہ برتن لو جن میں سے ایک کی سطح سیاہ ہو اور دُوسرے کی چمکدار - اِن دونوں برتنوں میں برابر برابر مقدار کا گرم پانی ڈالو اور دونوں کو فرق نما تپش پیما کے جَوفوں سے برابر برابر فاصلوں پر رکھ دو - تھوڑی سی دیر کے بعد تم دیکھو گے کہ سیاہ سطح کے سامنے رکھا ہُوا جوفہ بلند تر تپش پر دلالت کر رہا ہے - اِس سے ظاہر ہے کہ سیاہ سطح کا اِشعاع چمکدار سطح سے بڑھا ہُوا ہے -

اب اُن ہی دونوں برتنوں میں پھر گرم پانی ڈالو اور دونوں کو ایک دُوسرے کے قریب قریب ایک ایسے خالی برتن کے اندر لٹکا دو جو غیر موصل مادّہ کا بنا ہو - یہ ظاہر ہے کہ دونوں برتنوں سے حرارت کا اِشعاع ہوگا - لیکن جیسا کہ اُوپر کی تقریر میں ثابت ہو چکا ہے سیاہ سطح، حرارت کو زیادہ تیزی کے ساتھ خارج کریگی - اِس سے گمان ہو سکتا ہے کہ سیاہ سطح کا برتن، دُوسرے کی بہ نسبت جلد ٹھنڈا ہو جائیگا - لیکن واقعہ اِس کے خلاف ہے - یعنی دونوں برتنوں کی تپش

مُستقل رہتی ہے۔ پھر اِس واقعہ کی توجیہ اِس کے سِوا کیا ہوسکتی ہے کہ سیاہ سطح میں اگر اِشعاع کی استعداد زیادہ ہے تو وہ جذبِ حرارت میں بھی بڑھی ہوئی ہے۔

یہ بات کہ سیاہ سطح، حرارت کو زیادہ جذب کرتی ہے اِس تجربہ سے اَور زیادہ واضح ہو جائیگی۔ دھات کے دو مشابہ برتن لو جن کی سطحیں صیقل کے اعتبار سے یکساں ہوں۔ اِن دونوں میں برابر برابر مقدار کا گرم پانی ڈالو اور دونوں کے درمیان ایک ایسا فرق نما تپش پیما رکھ دو جس کا ایک جَوفہ چراغ کے کاجل سے سیاہ کردیا گیا ہو۔ تپش پیما کو اِس طرح رکھنا چاہئے کہ ایک ایک جَوفہ ایک ایک برتن کی طرف رہے اور دونوں جَوفوں کا فاصلہ اپنی اپنی طرف کے برتن سے مساوی ہو۔ اب دیکھو اِن جَوفوں پر کیا اثر ہوتا ہے۔ دونوں برتن ہر حال میں مشابہ ہیں۔ اِس سے ہم قیاس کرسکتے ہیں کہ دونوں کا اِشعاع مساوی ہے۔ لیکن ہمارا تجربہ صاف اِس بات پر دلالت کرتا ہے کہ سیاہ جَوفہ کی تپش دُوسرے جَوفہ کی تپش سے بڑھ گئی ہے۔ اِس سے ثابت ہے کہ سیاہ جَوفہ جذبِ حرارت میں دُوسرے جَوفہ سے بڑھا ہُوا ہے۔

تجربہ ۶۸ ——— اِس واقعہ کو ہم ایک اَور تجربہ سے بھی ثابت کرسکتے ہیں۔ دو مشابہ برتن لو جن میں ایک کی سطح سیاہ اور دُوسرے کی چمکدار ہو۔ اِن میں برابر برابر مقدار کا ٹھنڈا پانی ڈالو۔ پھر لوہے کی تپائیوں پر ایک ایک لوہے کی تختی رکھ کر اُن کے نیچے گیس کی ایک ایک مشعل جلا دو۔ پھر دونوں برتنوں کو ایک ایک تختی کے اُوپر

اِس طرح لٹکاؤ کہ دونوں کو برابر برابر حرارت پہنچ سکے۔ بیس دقیقہ کے قریب اِسی حالت میں رہنے دو۔ اِس کے بعد دونوں کی تپش دیکھو۔ سیاہ سطح کے برتن کی تپش دُوسرے برتن کی تپش سے بڑھی ہوئی ہوگی۔

کلیۂ تبرید ـــــــــ کوئی گرم جسم ہوا میں لٹکا دیا جائے تو اُس کی تبرید تین طریقوں سے عمل میں آتی ہے۔

۱۔ ہوا کا ایصالِ حرارت۔ لیکن یہ اِس قدر خفیف ہے کہ قابلِ لحاظ نہیں۔

۲۔ ہوا کا حملِ حرارت۔ ہوا کے سالمات گرم جسم کو چھُو چھُو کر منتشر ہوتے جاتے ہیں اور اُس کی حرارت کا ایک حصہ اپنے ساتھ لیتے جاتے ہیں۔

۳۔ اِشعاع حرارت۔

اِشعاع کی اصلیت کے بارے میں جو کچھ تم پڑھ چکے ہو اُس کو یاد کر لو۔ کسی گرم جسم کو ہوا میں معلّق رکھ دیا جائے تو اُس کا وجود حسبِ حیثیت ایک مرکزِ اِشعاع ہوگا۔ لیکن ہوائے محیط کے سالمات بھی اپنی اپنی بساط کے موافق اِشعاع کے مرکز ہیں۔ اِس لئے جب جسمِ مذکور اپنی حرارت ہوا کو دیگا تو ہوا کی حرارت سے خود بھی مستفید ہوتا رہیگا۔ لیکن جسمِ مذکور کی تپش زیادہ ہے اِس لئے کسبِ حرارت کی بہ نسبت اُس کا نقصانِ حرارت زیادہ ہوگا اور وہ ٹھنڈا ہوتا جائیگا۔ پھر اِس میں بھی شک نہیں کہ جسمِ مذکور کی تپش ہوائے محیط کی تپش سے جس قدر بڑھی ہوئی ہوگی اُسی قدر اُس کے نقصانِ حرارت کا پلّہ جھکتا جائیگا۔ اِس سے تم قیاس

کرسکتے ہو کہ گرم جسم کے وجود سے کسی معین وقت کے اندر جو حرارت خارج ہوتی ہے اُس کی مقدار جسمِ مذکور کی تپش اور ہوائے محیط کی تپش کے فرق پر موقوف ہونا چاہیئے۔ تجربوں سے ثابت ہے کہ اِس طرح اِشعاع سے جو حرارت کسی گرم جسم کے وجود سے خارج ہوتی ہے اُس کی مقدار تپش کے فرق کی متناسب رہتی ہے۔ اِس سے ذیل کا کُلیہ قائم ہوتا ہے۔ اِسی کو کلیۂ تبرید کہتے ہیں۔

کسی معیّن وقت کے اندر گرم جسم کے وجود سے عملِ اِشعاع کی تحت میں جو حرارت نکلتی ہے اُس کی مقدار جسمِ مذکور کی تپش اور ہوائے محیط کی تپش کے فرق کی متناسب ہوتی ہے۔

اِس بناء پر، اگر کوئی جسم ٹھنڈا ہوکر دو دقیقہ میں ت۱°م سے ت۲°م پر پہنچ جائے اور اِسی حجم کے کسی اَور جسم کو اِن ہی حالتوں میں ت۱°م سے ت۲°م تک ٹھنڈا ہونے کے لئے صرف ایک دقیقہ درکار ہو تو ظاہر ہے کہ پہلے جسم کے وجود سے دُوسرے کی بہ نسبت دو چند حرارت خارج ہوگی۔ کیونکہ دونوں صورتوں میں اِن جسموں کی تپش اور ہوائے محیط کی تپش کا فرق مساوی ہے۔ لہٰذا دونوں کا نقصانِ حرارت، مدتِ اِشعاع کا متناسب ہونا چاہیئے۔

یہ کُلیہ، حرارہ پیمائی میں بڑے کام کی چیز ہے۔ اِس کی مدد سے تم معلوم کرسکتے ہو کہ اِشعاع کے عمل سے حرارہ پیما کی کتنی حرارت فضائے محیط میں منتشر ہوجاتی ہے۔ لیکن اِس

بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ یہ کلیہ صرف اُسی حال میں صادق آتا ہے کہ گرم جسم اور ہوائے محیط کی تپش کا فرق بہت زیادہ نہ ہو۔ تپش کا فرقِ زیادہ ہوگا تو یہ کلیہ ناکام رہ جائیگا۔ کیونکہ یہ کلیہ کوئی صداقتِ کُلّی نہیں۔ محض ایک امرِ تخمینی ہے۔

کلیۂ تبرید سے ہمیں حرارت نوعی کی دریافت کے لئے ایک نیا قاعدہ ملتا ہے۔ حرارہ پیما کا وزن کر لو۔ اور اُس میں نپے ہوئے حجم کا پانی ڈال کر اُسے پھر تولو۔ اِس سے پانی کا وزن معلوم ہو جائیگا۔ اِس کے بعد حرارہ پیما کو گرم کر کے پانی کی تپش تقریباً ۴۰°م پر پہنچا دو۔ پھر اِس کے بعد اُس کو ٹھنڈا ہونے دو۔ تجربہ کے دوران میں جہاں تک ہو سکے ہوا کے حملِ حرارت کو روک دینا چاہیئے۔ ہوا کے جھونکے ایک انداز پر قائم نہیں رہ سکتے کہ اِن کا اثر تجربہ کی دونوں صورتوں میں مستقل سمجھ کر نظر انداز کر دیا جائے۔

فرض کرو کہ پانی کا وزن و گرام ہے اور ٹھنڈا ہو کر اُس کے ت۱°م سے ت۲°م تک پہنچنے میں م دقیقہ کی مدت صرف ہوتی ہے۔ اِس صورت میں پانی کے وجود سے و(ت۱ - ت۲) حرارے خارج ہونگے۔ اور کلیۂ تبرید کے رُو سے یہ مقدار م دقیقہ کی متناسب ہے۔

اب پانی پھینک دو۔ اور حرارہ پیما کو خشک کر کے اُسی حجم کا کوئی اَور مایع اِس کے اندر ڈال دو۔ اِس کے بعد گرم کر کے اِس کی تپش بھی تقریباً ۴۰°م پر پہنچا دو۔ پھر دیکھو ت۱°م سے

ت۲° م تک ٹھنڈا ہونے میں کتنی مدت صرف ہوتی ہے۔ اِس بات کا خیال رکھنا نہایت ضروری ہے کہ گرد و پیش کے حالات وُہی ہوں جو پانی کے ٹھنڈا ہوتے وقت تھے ورنہ مقابلہ صحیح نہ ہوگا۔

فرض کرو کہ مایع کا وزن و۲ گرام ہے اور اُس کو ت۱° م سے ت۲° م تک ٹھنڈا کرنے میں م۲ دقیقے صرف ہوئے ہیں۔ حرارہ پیما چونکہ دونوں صورتوں میں وُہی ہے اِس لئے اِس کی ذاتی خصوصیات کو ہم نظر انداز کر سکتے ہیں۔ اب اگر اِس مایع کی حرارتِ نوعی نع ہو تو ت۱° م سے ت۲° م تک ٹھنڈا ہونے میں اُس کے وجود سے جو حرارت خارج ہوگی اُس کی مقدار و۲ نع (ت۱ - ت۲) حرارہ ہونا چاہیئے۔ اور کلیۂ تبرید اِسے م۲ دقیقہ کا متناسب قرار دیتا ہے۔ پھر چونکہ دونوں صورتوں میں خارج شدہ حرارت کی مقدار اپنی اپنی مدتِ اخراج کی متناسب ہے اِس لئے قواعدِ تناسب کے رُو سے دونوں مقداروں میں باہم وُہی نسبت ہونی چاہیئے جو دونوں کی مدتِ اخراج کو ایک دُوسرے کے ساتھ ہے۔ لہٰذا

$$و_۲ \, نع \, (ت_۱ - ت_۲) : و_۱ (ت_۱ - ت_۲) :: م_۲ : م_۱$$

یا

$$\frac{و_۲ \, نع \, (ت_۱ - ت_۲)}{و_۱ \, (ت_۱ - ت_۲)} = \frac{م_۲}{م_۱}$$

یا

$$\frac{و_۲ \, نع}{و_۱} = \frac{م_۲}{م_۱}$$

$$\therefore \; نع = \frac{و_۱}{و_۲} \times \frac{م_۲}{م_۱}$$

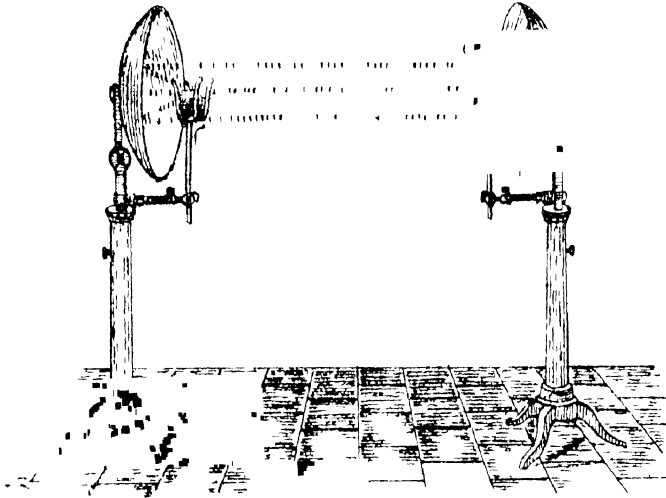
جب تم شعبۂ نور پڑھوگے تو اِشعاع کی حقیقت واضح ہو جائیگی۔ کیونکہ نور بھی اِشعاع ہی کی ایک صورت ہے۔ اور اگر سچ پوچھو تو اِشعاعِ حرارت اور اشعاعِ نور کی اصلیت میں کوئی فرق نہیں۔ دونوں کے واردات اور نتائج کو دیکھا جائے تو اُن میں نہایت قریب کی متابہت پائی جاتی ہے۔ دونوں کی پیدائش ایک ہی قسم کے تموّج سے ہے۔ صرف اِتنا فرق ہے کہ حرارت کا اثر لمبی لمبی موجوں سے پیدا ہوتا ہے اور نور کا اثر چھوٹی چھوٹی موجوں سے۔ جب یہ حال ہو تو تم سمجھ سکتے ہو کہ طول کا فرق محض ایک کیفیت کا فرق ہے۔ اصلیت کا فرق نہیں۔ ہماری قوتِ باصرہ کی بساط محدود ہے۔ اگر موجوں کا طول خاص خاص حدوں کے اندر ہو تو یہ موجیں باصرہ کے احساس میں آجاتی ہیں۔ لیکن طول جب ایک خاص حد سے بڑھ جاتا ہے یا گھٹ کر کم ہو جاتا ہے تو ہماری حسِ باصرہ جواب دے دیتی ہے۔ اِن حدوں سے باہر جا کر اِس کا اِحساس کام نہیں کرتا۔ لیکن اِس سے یہ نہ سمجھو کہ اِن موجوں کا احساس اب ممکن ہی نہیں۔ جن موجوں کا طول' امواجِ نور کے طول سے زیادہ ہے اُن کو ہمارے جسم محسوس کر لیتے ہیں اور یہی محسوس ہونے والی چیز حرارت ہے۔ اِس قسم کی موجوں کو' امواجِ نور سے تمیز کرنے کے لئے' امواجِ حرارت کہتے ہیں۔ پھر جن موجوں کا طول' امواجِ نور

کے طول سے کم ہے اُن کو نہ ہماری آنکھ محسوس کرسکتی ہے نہ وہ ہمارے جسم کے احساس میں آتی ہیں۔ البتہ بعض کیمیائی مرکب اِس قسم کے ہیں کہ اِن موجوں سے متاثر ہوکر اِن کے وجود کو آشکارا کردیتے ہیں۔ اِس بناء پر اِن موجوں کا نام امواجِ کیمیائی رکھا گیا ہے۔ عکّاسی (فوٹوگرافی) کی بناء اِن ہی موجوں کی ذات پر ہے۔

اِس بحث کو تفصیل سے بیان کرنے کا یہ موقع نہیں۔ شعبۂ نور میں چل کر ہم دکھا دینگے کہ حقیقت میں یہ سب ایک ہی اصل کے شاخسانے ہیں۔ یہاں اِشعاعِ حرارت اور اِشعاعِ نور کی مشابہت کو ذہن نشین کرنے کے لئے صرف ذیل کی چند باتیں نگاہ میں رکھو:—

زمین اور سُورج کے درمیان آکر چاند جب سُورج کا حاجب ہوتا ہے تو سُورج اہلِ زمین کی نگاہ سے چُھپ جاتا ہے۔ اِس واقعہ کو ہم سُورج گرہن کہتے ہیں۔ سُورج گرہن کے وقت اگر غور سے مشاہدہ کیا جائے تو معلوم ہوتا ہے کہ جس وقت روشنی رُک جاتی ہے عین اُسی وقت حرارت کی آمد بھی بند ہو جاتی ہے۔ اِس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ نور اور حرارت کی رفتار مساوی ہے۔ نور کے بیان میں تم دیکھوگے کہ یہ رفتار ایک لاکھ چھیاسی ہزار میل فی ثانیہ سے کم نہیں۔

نور کی طرح حرارت بھی مادّی اجسام کی سطح سے ٹکرا کر منعکس ہوتی ہے۔ چنانچہ **انعکاس** کے اصول دونوں صورتوں میں یکساں ہیں۔

تجربہ ۶۹ —— دو ہمشکل مقعّر حلبی آئینے لو اور جیسا کہ شکل ۵۹ میں دکھایا گیا ہے اُن کو اِستادوں پہ کھڑا کرکے چار پانچ گز کے فاصلہ پر ایک دُوسرے کے مقابل رکھ دو۔ پھر ایک

شکل ۵۹

کے نقطۂ ماسکہ پہ ایک ایسا لوہے کا گولہ رکھو جو آگ میں گرم ہوکر سُرخ انگارا ہوگیا ہو۔ شکل میں اِس کا موقع م پر ہے۔ دُوسرے آئینہ کے نقطۂ ماسکہ پہ کوئی تیز اشتعال پذیر بارود رکھو اور دیکھو اِس پر گولے کی حرارت کا کیا اثر ہوتا ہے۔ بارود ایک آنِ واحد میں بھک سے اُڑ جائیگی۔ اگر حلبی آئینے موجود نہ ہوں تو اِتنے ہی فاصلہ پر رکھی ہوئی بارود پر گولے کی حرارت کا بہت کم اثر ہوگا۔

اِس سے ظاہر ہے کہ جب حرارت کی موجیں آئینہ پر پڑتی ہیں تو اُنہیں انعکاس ہوتا ہے۔ پھر انعکاس کے بعد آئینہ کے نقطۂ ماسکہ پر آکر جمع ہو جاتی ہیں۔

حلبی آئینہ کا مُنہ آفتاب کی طرف کر دو تو اُس کے نقطۂ ماسکہ پر آفتاب کا خیال بن جائیگا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ نور کی موجیں آئینہ کی سطح سے منعکس ہو کر ایک نقطہ پر جمع ہو گئی ہیں۔ اِسی مقام پر اپنی اُنگلی یا فرق نما تپش پیما کا ایک جوفہ رکھ کر دیکھو تو معلوم ہوگا کہ آس پاس کی بہ نسبت یہاں حرارت زیادہ ہے۔ اِس سے ظاہر ہے کہ حرارت کے اجتماع کا بھی یہی مقام ہے پھر کیا اِس سے یہ نتیجہ نہیں نکلتا کہ انعکاس کے اعتبار سے حرارت اور نور دونوں کے واردات ایک دُوسرے کے مُشابہ ہیں۔

نور جب ایک واسطہ سے کسی دُوسرے مختلف کثافت کے واسطہ میں داخل ہوتا ہے تو اُس کی شعاع اپنا پہلا خطِ مستقیم چھوڑ کر ایک طرف کو مُڑ جاتی ہے۔ اِس واقعہ کو **انعطاف** کہتے ہیں۔ شعلہ کے سامنے محدب عدسہ رکھ دو تو اُس سے دُوسری طرف کچھ فاصلہ پر شعلہ کا خیال بن جائیگا۔ شعلہ کی شعاعیں ہوا میں سے گزر کر جب عدسہ میں داخل ہوتی ہیں تو منعطف ہو جاتی ہیں۔ اِسی انعطاف کی وجہ سے ایک

نقطۂ خاص پر شعلہ کا خیال بن جاتا ہے۔ حرارت کا بھی یہی حال ہے۔ اُسی محدب عدسہ کو آفتاب کے سامنے رکھ دو تو اُس کے نقطۂ ماسکہ پر آفتاب کا خیال بن جائیگا۔ اِس مقام پر تپش پیما کا جوفہ رکھ کر دیکھو تو معلوم ہوگا کہ صرف نور ہی کا نہیں بلکہ حرارت کا بھی اِسی مقام پر اجتماع ہے۔ اِس سے ثابت ہے کہ انعطاف میں بھی نور اور حرارت کا حال ایک ہے۔

بارہویں فصل کی مشقیں

۱۔ کمرے کے اندر انگیٹھی میں آگ جلا دی جائے تو کمرہ گرم ہو جاتا ہے۔ بتاؤ اِس میں حرارت کن طریقوں سے پھیلتی ہے اور اِن میں زیادہ موثر کونسا طریقہ ہے؟

۲۔ دو مشابہ تپش پیما لے کر ایک کے جوفہ پر سیاہی مل دی جائے اور دونوں کو دھوپ میں رکھ دیا جائے تو دونوں کے واردات میں کیا فرق ہوگا؟ اگر یہی آلے رات کے وقت کھلے میدان میں رکھ دئے جائیں تو اِس صورت میں اِن کے واردات کیا ہونگے؟

۳۔ چاندی کے پیالے میں کھولتا ہؤا پانی بھر کر کمرے کے اندر چاندی کے طشت میں رکھ دیا جائے تو پانی کی حرارت کن طریقوں سے زائل ہوگی؟

۴۔ انتقالِ حرارت کے مختلف طریقے بیان کرو۔ اور

بتاؤ ہر طریقہ میں شرحِ انتقال کون کون سی باتوں پر موقوف ہے ؟

۵- آگ کے سامنے لوہے کی دو تختیاں رکھ دی جائیں جن میں سے ایک مجلاّ ہو اور دُوسری سیاہی آلود تو مجلاّ تختی کم گرم ہوتی ہے اور سیاہی آلود تختی اِس سے بہت زیادہ گرم ہو جاتی ہے۔ اِس اختلاف کی وجہ بیان کرو۔

۶- اِس بات کے ثبوت میں تجربے بیان کرو کہ وہ چیزیں جو زیادہ اِشعاع کرتی ہیں حرارت کی جاذب بھی زیادہ ہیں۔

طبیعی فہرستیں

(۱) ٹھوس چیزوں کے طولی پھیلاؤ کی شرحیں

	پھیلاؤ فی درجہ مئی
پیتل	۰٫۰۰۰۰۱۹۳
تانبا	۰٫۰۰۰۰۱۶۸
جست	۰٫۰۰۰۰۲۹۲
چاندی	۰٫۰۰۰۰۱۹۲
زاجیہ	۰٫۰۰۰۰۲۳۱
سیسا	۰٫۰۰۰۰۲۹۳
شیشہ (نلی)	۰٫۰۰۰۰۰۸۳
لوہا	۰٫۰۰۰۰۱۰۹
نُقرہ	۰٫۰۰۰۰۰۸۹

(۲) مایعات کے مکعب پھیلاؤ کی شرحیں

ایتھر (-۱۵° تا +۳۸°)	۰٫۰۰۲۱۶
بنزین	۰٫۰۰۱۳۸
پارا	۰٫۰۰۰۱۸
پانی (۰° تا ۱۰۰° م)	۰٫۰۰۰۴۳
پٹرول	۰٫۰۰۰۹۹
تارپین	۰٫۰۰۱۰۵
زیتون کا تیل	۰٫۰۰۰۷۴
غول (۰° تا ۸۰°)	۰٫۰۰۱۰۴
کبلین دوکبرید	۰٫۰۰۱۴۷
گلسرین	۰٫۰۰۰۵۳
ماکبریدہ ترشہ (معروف گندک کا تیزاب)	۰٫۰۰۰۴۹

(۳) پانی کا حجم اور کثافت مختلف تپشوں پر

(اعشاری اکائیاں)

ت°	اکائی کمیت کا حجم	کثافت	ت°	اکائی کمیت کا حجم	کثافت
۰°	۱٫۰۰۰۱	۰٫۹۹۹۹	۵۵°	۱٫۰۱۴۴	۰٫۹۸۵۸
۴°	۱٫۰۰۰۰	۱٫۰۰۰۰	۶۰°	۱٫۰۱۷۰	۰٫۹۸۳۴
۱۰°	۱٫۰۰۰۳	۰٫۹۹۹۷	۶۵°	۱٫۰۱۹۷	۰٫۹۸۰۷
۱۵°	۱٫۰۰۰۹	۰٫۹۹۹۱	۷۰°	۱٫۰۲۲۶	۰٫۹۷۸۰
۲۰°	۱٫۰۰۱۸	۰٫۹۹۸۲	۷۵°	۱٫۰۲۵۷	۰٫۹۷۵۰
۲۵°	۱٫۰۰۲۹	۰٫۹۹۷۱	۸۰°	۱٫۰۲۸۹	۰٫۹۷۲۰
۳۰°	۱٫۰۰۴۴	۰٫۹۹۵۷	۸۵°	۱٫۰۳۲۲	۰٫۹۶۸۸
۳۵°	۱٫۰۰۵۹	۰٫۹۹۴۱	۹۰°	۱٫۰۳۵۷	۰٫۹۶۵۶
۴۰°	۱٫۰۰۷۷	۰٫۹۹۲۴	۹۵°	۱٫۰۳۹۴	۰٫۹۶۲۱
۴۵°	۱٫۰۰۹۷	۰٫۹۹۰۳	۱۰۰°	۱٫۰۴۳۳	۰٫۹۵۸۷
۵۰°	۱٫۰۱۲۰	۰٫۹۸۸۲			

(۴) گیسوں کے پھیلاؤ کی شرحیں

نام گیس کا	دباؤ کا اضافہ بحالیکہ حجم مستقل ہو	حجم کا اضافہ بحالیکہ دباؤ مستقل ہو
حضین - - -	۰٫۰۰۳۶۶۹	۰٫۰۰۳۶۶۱
کجلین دوماثید - -	۰٫۰۰۳۷۰۶	۰٫۰۰۳۷۱۰
ہوا - - -	۰٫۰۰۳۶۶۵	۰٫۰۰۳۶۷۱

(۵) حرارتِ نوعی

ٹھوس

پیتل	۰٫۰۹۳۹
پیرافن	۰٫۶۲۲
تانبا	۰٫۰۹۳۳
جست	۰٫۰۹۳۵
چاندی	۰٫۰۵۵۹
چقماق	۰٫۱۱۷
ربڑ	۰٫۴۸۱
زاجیہ	۰٫۲۱۲۲
سُرمان	۰٫۱۶۰۴
سنگ مرمر	۰٫۲۱۵۸
سونا	۰٫۱۱۷

سیسا	۰٫۰۳۱۵
شیشہ (کراؤن)	۰٫۱۶۱
فولاد	۰٫۱۱۸
کوئلہ کی گیس	۰٫۳۱۴۵
گندک	۰٫۱۸۴
لوہا	۰٫۱۱۲۴
مغنیسیہ	۰٫۲۴۵
مُوم (شہد کی مکھی کے چھتے کا)	۰٫۶۴
نُقریہ	۰٫۰۳۲۳
نِکلیہ	۰٫۱۰۹۲

مایعات

ایتھر	۰٫۵۱۷
بنزین	۰٫۴۲۳
پارا	۰٫۰۳۳
پٹرول	۰٫۵۱۱
تارپین	۰٫۴۶۷
زیتون کا تیل	۰٫۴۷۱
غُول	۰٫۶۴۷
گلسرِین	۰٫۳۷۶

(۶) نقاطِ اماعت اور اماعت کی مخفی حرارت

	نقطۂ اماعت	مخفی حرارت
پیرافِن موم (معمولی سفید ٹھوس)	۵۰—۵۵° م	۳۵٫۱
گندک - - - -	۱۱۵	—
مکھن - - - -	۳۳—۲۸	—
موم (شہد کی مکھی کے چھتے کا)	۶۱٫۸	۴۲٫۳
نفتالین - - - -	۷۹٫۸	۳۵٫۶
یخ - - - -	۰	۷۹٫۳

(۷) نقاطِ جوش اور تبخیر کی مخفی حرارت

	نقطۂ جوش	مخفی حرارت
ایتھر - - - -	۳۵° م	۹۰٫۴
بنزین - - - -	۸۳—۸۰	۹۲٫۹
بھاپ - - - -	۱۰۰	۵۳۶
تارپین - - -	۱۵۹	۷۴
حِم سبزیدہ ترشہ (معروف نمک کا تیزاب)	۱۱۰	—
غول - - - -	۷۸	۲۰۵
کجلین دو کبرید - -	۴۷	۸۴
ماشوریدہ ترشہ (معروف شورہ کا تیزاب)	۸۶	—
ماکبریدہ ترشہ (معروف گندک کا تیزاب)	۳۳۸	—

(۸) آبی بخارات کا اعظم دباؤ

(دباؤ د پارے کے ملی میٹروں میں دیا گیا ہے بحالیکہ تپش °م ہو)

تپش °م	د	تپش °م	د	تپش °م	د
۰	۴٫۵۷	۲۱	۱۸٫۴۷	۹۶	۶۵۷٫۴
۱	۴٫۹۱	۲۲	۱۹٫۶۳	۹۷	۶۸۱٫۹
۲	۵٫۲۷	۲۳	۲۰٫۸۶	۹۸	۷۰۷٫۱
۳	۵٫۶۶	۲۴	۲۲٫۱۵	۹۸٫۲	۷۱۲٫۳
۴	۶٫۰۷	۲۵	۲۳٫۵۲	۹۸٫۴	۷۱۷٫۴
۵	۶٫۵۱	۲۶	۲۴٫۹۶	۹۸٫۶	۷۲۲٫۶
۶	۶٫۹۷	۲۷	۲۶٫۴۷	۹۸٫۸	۷۲۷٫۹
۷	۷٫۴۷	۲۸	۲۸٫۰۷	۹۹	۷۳۳٫۲
۸	۷٫۹۹	۲۹	۲۹٫۷۴	۹۹٫۲	۷۳۸٫۵
۹	۸٫۵۵	۳۰	۳۱٫۵۱	۹۹٫۴	۷۴۳٫۸
۱۰	۹٫۱۴	۴۰	۵۴٫۸۷	۹۹٫۶	۷۴۹٫۲
۱۱	۹٫۷۷	۵۰	۹۱٫۹۸	۹۹٫۸	۷۵۴٫۷
۱۲	۱۰٫۴۳	۶۰	۱۴۸٫۹	۱۰۰	۷۶۰٫۰
۱۳	۱۱٫۱۴	۷۰	۲۳۳٫۳	۱۰۰٫۲	۷۶۵٫۲
۱۴	۱۱٫۸۸	۸۰	۳۵۴٫۹	۱۰۰٫۴	۷۷۱٫۰

تپش °م	د	تپش °م	د	تپش °م	د
۱۵	۱۲،۶۷	۹۰	۵۲۵،۵	۱۰۰،۶	۷۷۶،۵
۱۶	۱۳،۵۱	۹۱	۵۴۵،۸	۱۰۰،۸	۷۸۲،۱
۱۷	۱۴،۴۰	۹۲	۵۶۶،۷	۱۰۱	۷۸۷،۷
۱۸	۱۵،۳۳	۹۳	۵۸۸،۳	۱۰۲	۸۱۶،۰
۱۹	۱۶،۳۲	۹۴	۶۱۰،۶	۱۰۳	۸۴۵،۳
۲۰	۱۷،۳۶	۹۵	۶۳۳،۷		

(۹) سیر شدہ ہوا میں آبی بخارات کی کمیت فی مکعب میتر

تپش °م	کمیت گراموں میں	تپش °م	کمیت گراموں میں	تپش °م	کمیت گراموں میں	تپش °م	کمیت گراموں میں
۰	۴،۸۳	۱۱	۹،۹۳	۲۱	۱۸،۱۴	۳۱	۳۱،۷۰
۱	۵،۱۸	۱۲	۱۰،۵۷	۲۲	۱۹،۲۲	۳۲	۳۳،۴۵
۲	۵،۵۴	۱۳	۱۱،۲۵	۲۳	۲۰،۳۵	۳۳	۳۵،۲۷
۳	۵،۹۲	۱۴	۱۱،۹۶	۲۴	۲۱،۵۵	۳۴	۳۷،۱۹
۴	۶،۳۳	۱۵	۱۲،۷۱	۲۵	۲۲،۸۰	۳۵	۳۹،۱۹
۵	۶،۷۶	۱۶	۱۳،۵۰	۲۶	۲۴،۱۱	۳۶	۴۱،۲۸
۶	۷،۲۲	۱۷	۱۴،۳۴	۲۷	۲۵،۴۹	۳۷	۴۳،۴۶
۷	۷،۷۰	۱۸	۱۵،۲۲	۲۸	۲۶،۹۳	۳۸	۴۵،۷۵
۸	۸،۲۱	۱۹	۱۶،۱۴	۲۹	۲۸،۴۵	۳۹	۴۸،۱۴
۹	۸،۷۶	۲۰	۱۷،۱۳	۳۰	۳۰،۰۴	۴۰	۵۰،۶۲
۱۰	۹،۳۳						

(۱۰) پانی کا نقطۂ جوش دباؤ کی مختلف مقداروں کے ماتحت

دباؤ (ملی میٹر)	نقطۂ جوش	دباؤ (ملی میٹر)	نقطۂ جوش	دباؤ (ملی میٹر)	نقطۂ جوش	دباؤ (ملی میٹر)	نقطۂ جوش
۷۴۰	۹۹٫۲۵۶°	۷۵۰	۹۹٫۶۳۰°	۷۶	۱۰۰٫۰۰۰°	۷۷۰	۱۰۰٫۳۶۶°
۱	٫۲۹۳	۱	٫۶۶۷	۱	٫۰۳۷	۱	٫۴۰۲
۲	٫۳۳۱	۲	٫۷۰۴	۲	٫۰۷۴	۲	٫۴۳۹
۳	٫۳۶۸	۳	٫۷۴۱	۳	٫۱۱۰	۳	٫۴۷۵
۴	٫۴۰۶	۴	٫۷۷۸	۴	٫۱۴۷	۴	٫۵۱۱
۵	٫۴۴۳	۵	٫۸۱۵	۵	٫۱۸۴	۵	٫۵۴۸
۶	٫۴۸۱	۶	٫۸۵۲	۶	٫۲۲۰	۶	٫۵۸۴
۷	٫۵۱۸	۷	٫۸۸۹	۷	٫۲۵۷	۷	٫۶۲
۸	٫۵۵۵	۸	٫۹۲۶	۸	٫۲۹۳	۸	٫۶۵۶
۹	٫۵۹۳	۹	٫۹۶۳	۹	٫۳۳۰	۹	٫۶۹۲
۷۵۰	۹۹٫۶۳۰°	۷۶۰	۱۰۰٫۰۰۰°	۷۷۰	۱۰۰٫۳۶۶°	۷۸۰	۱۰۰٫۷۲۸°

(۱۱) معمولی نمک کے آبی محلول کا نقطۂ جوش

(دباؤ = ۷۶ سمر)

۱۰۰ گرام پانی میں حل شدہ نمک کی مقدار گراموں میں	نقطۂ جوش	۱۰۰ گرام پانی میں حل شدہ نمک کی مقدار گراموں میں	نقطۂ جوش
۶٫۶	۱۰۱°م	۲۵٫۵	۱۰۵°م
۱۲٫۴	۱۰۲°م	۳۳٫۵	۱۰۷°م
۱۷٫۲	۱۰۳°م	۴۰٫۷	۱۰۸٫۸°م
۲۱٫۵	۱۰۴°م		

(۱۴) موصلیتِ حرارت کی شرحیں

شے		شرح
آرہ کا برادہ		۰٫۰۰۰۱۲
اسبسطوس		۰٫۰۰۰۴۳
پارا	°۰	۰٫۰۱۴۸
	°۵۰	۰٫۰۱۸۹
پانی	°۰	۰٫۰۰۱۲
	°۳۰	۰٫۰۰۱۶
پیتل	°۰	۰٫۲۰۴۱
	°۱۰۰	۰٫۲۵۴۰
پیرافن	°۰	۰٫۰۰۰۲۳
	°۱۰۰	۰٫۰۰۱۶۸
پیرس پلستر		۰٫۰۰۱۳
تارپین		۰٫۰۰۳۲۵
تانبا	°۰	۰٫۷۱۸۹
	°۱۰۰	۰٫۷۲۲۶
جست		۰٫۳۰۳
چاندی	°۰	۰٫۹۶۰
زاجیہ	°۰	۰٫۳۴۳
	°۱۰۰	۰٫۳[illegible]

شے		شرح
زیتون کا تیل - - - -		۰٫۰۰۰۳۹۵
سلیٹ - - - -		۰٫۰۰۳۴
سنگِ خارا - - - -		۰٫۰۰۵۳
سنگِ مرمر - - - -		۰٫۰۰۵
سیسا - -	°۰	۰٫۰۸۳۶
	°۱۰۰	۰٫۰۷۶۴
شیشہ - - - -		۰٫۰۰۲۳
فلالین - - - -		۰٫۰۰۰۰۳۵
کجلین دو مائید - - -		۰٫۰۰۰۳۰۷
لوہا - -	°۰	۰٫۱۶۶۵
	°۱۰۰	۰٫۱۶۲۷
موم (شہد کی مکھی کے چھتے کا) -		۰٫۰۰۰۰۹
ہوا - - - -		۰٫۰۰۰۵۶۸

اردو	انگریزی
	A
(محور) فصلہ	Abscissae
پیمانۂ مطلق	Absolute scale
تپشِ مطلق	Absolute temperature
تپش کا صفرِ مطلق	Absolute zero of temperature

اُردو	انگریزی
جذب	Absorption
سرکہ کا تیزاب (بازاری نام)	Acetic acid
عمل اور ردِّ عمل	Action and reaction
امواجِ کیمیائی	Actinic or chemical rays
اثیر	Æther
ہوا پمپ	Air-pump
غُول	Alcohol
بھرت	Alloy
زاجیہ	Aluminium
بے قاعدہ پھیلاؤ	Anomalous expansion
بے قاعدگی	Anomaly
کُحلیہ	Antimony
آلہ	Apparatus
ظاہر پھیلاؤ	Apparent expansion
بخاراتِ آبی	Aqueous vapour
رقبہ	Area
آسبسطوس	Asbestos
ہوا کش	Aspirator
کُرۂ ہوائی	Atmosphere
اوسط رفتار	Average velocity

اُردو	انگریزی

B

مُوصلِ ناقص	Bad conductor
سلاخ	Bar
بارپیما	Barometer
گلاس	Beaker
بنزین	Benzene
جوش	Boiling
نقطۂ جوش	Boiling point
سُوراخ	Bore
کُلیۂ بائل	Boyle's law
پیتل	Brass
عِفنین	Bromine
کانسی	Bronze
جوف	Bulb
بنسنی شُعلہ	Bunsen flame
مشعل	Burner

اُردو	انگریزی

C

اُردو	انگریزی
تعییر	Calibration
آگ	Caloric
حرارہ	Calorie
حرارہ پیما	Calorimeter
کافور	Camphor
گنجائش	Capacity
قابلیتِ حرارت	Capacity for heat
جذبِ شعری	Capillary attraction
شعری نلی	Capillary tube
کجلین دوکبرید	Carbon bisulphide
کجلین دو مائید	Carbon dioxide
پٹھا	Card board
ارنڈی کا تیل	Castor oil
پیمانۂ مئی	Centigrade scale
سنتی میتر	Centimeter
سمر	Cm

اُردو	انگریزی
حالت کا تغیر۔ حالت کی تبدیلی	Change of state
کُلیۂ چارلس	Charles's law
کیمیائی مرکب	Chemical compound
چِمنی	Chimney
دَوران	Circulation
محیط	Circumference
شکنجہ	Clamp
طِبی تپش پیما	Clinical thermometer
چُٹکی	Clip
بادل - ابر	Cloud
کوئلہ کی گیس	Coal gas
پھیلاؤ کی شرح	Co-efficient of expansion
اُستوانہ	Column
مرکب	Compound
پچکاؤ	Compression (of a gas)
مقعّر	Concave
ارتکاز	Concentration
تکثیف۔بستگی	Condensation
مکثفہ	Condenser
ایصال	Conduction

اردو	انگریزی
مُوصلیت	Conductivity
مُوصِل	Conductor
مستقل دباؤ	Constant pressure
ساخت	Construction
مافیہ	Contents
سُکڑاؤ	Contraction
حمل	Convection
حملی رَوئیں	Convection currents
پیمانوں کی تحویل	Conversions of scales
محدّب عدسہ	Convex lens
تبرید	Cooling
تبرید کا مُنحنی	Cooling curve
تراشِ عمودی	Cross-Section
کراؤن شیشہ	Crown glass
قلم	Crystal
مکعب	Cubic
مکعب پھیلاؤ	Cubical expansion
رَو	Current
اُستوانہ	Cylinder

اُردو	انگریزی

D

اُردو	انگریزی
ڈیوی	Davy
درجہ	Degree
شمار کنندہ	Denominator
کثافت	Density
تخمین ۔ تشخیص	Determination
اوس ۔ شبنم	Dew
نقطۂ شبنم	Dew point
قُطر	Diameter
ہیرا	Diamond
فرق نما تپش پیما	Differential thermometer
انتشار ۔ نفوذ	Diffusion
ڈین کا رطوبت پیما	Dines' hygrometer
قُرص	Disc
کشید کیا ہُوا پانی	Distilled water

اُردو	انگریزی

E

اُردو	انگریزی
گرہن	Eclipse
لچکدار بند	Elastic band
عنصر	Element
کرنڈ	Emery
اخراج	Emission
توانائی	Energy
مساوات	Equation, Equality
خطِ استوا	Equator
تعادل	Equilibrium
ایتھر	Ether
تبخیر	Evaporation
نِکاس نلی	Exit-tube
پھیلاؤ	Expansion
تجربہ	Experiment

اُردو	انگریزی

F

اُردو	انگریزی
پیمانۂ فارنہیٹ	Fahrenheit scale
تنزل	Fall (of temperature)
ناقص تپش پیما	Faulty thermometer
آخری تپش	Final temperature
نقطۂ ثابت	Fixed point
فلالین	Flannel
صُراحی	Flask
چقماق	Flint
سیّال	Fluid
ماسکہ	Focus
دُھند - کُہر	Fog
فُٹ پونڈ	Foot-pound
کسر	Fraction
بستگی آمیزہ - انجمادی آمیزہ	Freezing mixture
نقطۂ انجماد	Freezing point
رگڑ	Friction

اُردو		انگریزی
منطقۂ باردہ	. ...	Frigid zone
بھٹّی	....	Furnace
اِماعت	... .	Fusion

G

اُردو		انگریزی
کسبِ حرارت	....	Gain of heat
گیس	.... ..	Gas
جالی	. ...	Gauze
شیشہ	..	Glass
گلسرین	.	Glycerin
عمدہ (جید) موصل	.	Good conductor
درجہ بندی	.	Graduation
گرام	.	Gram
ترسیم	.. ..	Graph
سُرمان	.. .	Graphite
نالی	.. ....	Groove

انگریزی	اُردو

H

انگریزی	اُردو
Hail Hailstone	اولا
Heat	حرارت
Heat units	حرارت کی اِکائیاں
Hermetical seal	سلیمانی مُہر
Hexagonal system	نظامِ مسدس۔ نظامِ سداسی
Higher fixed point	ثابت نقطۂ اعلیٰ
Hoar frost	پالا
Hope's apparatus	ھوپ کا آلہ
Horizontal	اُفقی
Humid	مرطوب
Humidity	مرطوبیت
Hydrochloric acid	رحم سبزیدہ تُرشہ (معروف نمک کا تیزاب)
Hydrogen	رحمضین
Hydrometer	مائع پیما
Hygrometer	رطوبت پیما

اُردو	انگریزی
رطوبت پیمائی	Hygrometry

I

اُردو	انگریزی
یخ	Ice
اشتعال	Ignition
خیال	Image
غیر خالص	Impure
نمائندہ	Index
ربڑ	India rubber
ابتدائی تپش	Initial temperature
اوزار	Instrument
حدّت	Intensity
معکوس تناسب	Inverse proportion
لوہا	Iron

J

اُردو	انگریزی
جُوْل	Joule

اُردو	انگریزی
K	
کلو گرام	Kilogram
توانائی بالفعل	Kinetic energy
نظریۂ تحرک	Kinetic theory
L	
معمل - دار التجربہ	Laboratory
برّی ہوا	Land-breeze
کاجل	Lamp-black
حرارتِ مخفی	Latent heat
عرضِ بلد	Latitude
سیسا	Lead
نور	Light
طولی پھیلاؤ	Linear expansion
اِماعت	Liquefaction

اُردو	انگریزی
مایع	Liquid
لِتمس	Litmus
لیتر	Litre
طولِ بلد	Longitude
نقصانِ حرارت	Loss of heat
ثابت نقطۂ ادنیٰ	Lower fixed point

M

اُردو	انگریزی
مغنیسیہ	Magnesium
مقناطیس	Magnet
میسن کا رطوبت پیما	Mason s Hygrometer
کمیتِ مادہ	Mass
کثافتِ اعظم	Maximum density
اعلیٰ تپش پیما	Maximum thermometer
مُعادلِ حیلی	Mechanical equivalent
واسطہ	Medium
نقطۂ اماعت	Melting point
سیمابی تپش پیما	Mercurial thermometer

اُردو	انگریزی
بار پیما - سیماب	Mercury
دھات	Metal
ملی میتر / مم	Millimeter / Mm
ادنیٰ تپش پیما	Minimum thermometer
دقیقہ	Minute
دُھند - کُہر	Mist
آمیزہ	Mixture
رطوبت	Moisture
سالمہ	Molecule
قوت کا معیارِ اثر	Moment of a force
معیارِ حرکت	Momentum
موسمی ہوا	Monsoon

N

اُردو	انگریزی
نفتالین	Naphthalene
نکلیہ	Nickle
ماشوریدہ تُرشہ (معروف شورہ کا تیزاب)	Nitric acid

اُردو	انگریزی
شورین	Nitrogen
غیر مُوصل	Non-conductor
طبعی دباؤ	Normal pressure
طبعی تپش	Normal temperature
نسب نما	Numerator

O

اُردو	انگریزی
مشاہدہ	Observation
مشاہد	Observer
زیتون کا تیل	Olive oil
معیّن	Ordinates
ابتدائی تپش	Original temperature
اہتزاز	Oscillation
مائین	Oxygen

P

اُردو	انگریزی
پیرافن	Paraffin

فہرستِ اصطلاحات

انگریزی	اردو
Pendulum	رقّاص
Percent	فیصدی
Period	دَور
Periodic	دَورانی - دَوری
Permanent	مستقل - دائم
Petroleum	پٹرول
Photography	عکّاسی
Pipette	نالچہ
Piston	فشارہ
Plaster of paris	پیرسی پلستر
Platinum	نُقریہ
Point	نقطہ
Pole	قطب
Porosity	تخلخل
Porous	مسامدار
Potassium	قلویہ
Potential energy	توانائی بالقوّہ
Pressure	دباؤ
Propagation	اشاعت
Properties	خواص

انگریزی	اُردو
Pure	خالص

Q

Quadrant	رُبع
Quantity of heat	مقدارِ حرارت
Quick-silver	سیماب (پارا)

R

Radiating power	اِشعاع کی استعداد
Radiation	اِشعاع
Radiation of heat	اِشعاعِ حرارت
Rain	مینہ
Rate of expansion	پھیلاؤ کی شرح
Real expansion	اصلی پھیلاؤ
Reaumur scale	پیمانۂ رُومر
Reflection	انعکاس

انگریزی	اُردو
Refraction	انعطاف
Regnault's hygrometer	ریَنو ل کا رطوبت پیما
Relative humidity	مرطوبیتِ اضافی
Retort	قرنبیق
Retort stand	قرنبیق کی ٹیکن
Rise (of temperature)	ترقی
Rod	سلاخ
Rotation	گردشِ محوری

S

انگریزی	اُردو
Safety lamp	چراغِ حفاظت
Salt	نمک
Saltness	نمکینی
Sand bath	بالو جنتر
Saturated	سیر شدہ
Scale	پیمانہ
Sea-breeze	بحری ہوا
Second	ثانیہ

اُردو	انگریزی
تراشِ عمودی کا رقبہ	Sectional area
حسّاس	Sensitive
چاندی	Silver
سلیٹ	Slate
برف	Snow
برف کا قلم	Snow crystal
برف کا گالہ	Snow-flake
نطرونیہ	Sodium
ٹھوس	Solid
محلّل	Solute
محلول	Solution
مُنحل	Solvent
حرارتِ نوعی	Specific heat
روحِ شراب	Spirit
کمانی	Spring
مربعدار کاغذ	Squared paper
ٹیکن	Stand
معیار	Standard
حالت	State
بھاپ	Steam

اُردو	انگریزی
فولاد	Steel
ڈاٹ	Stopper
گندک	Sulphur
ماکبریدہ تُرشہ (معروف گندک کا تیزاب)	Sulphuric acid
سطحی پھیلاؤ	Superficial expansion
سطح	Surface
علامت - نشان	Symbol

T

اُردو	انگریزی
فہرست	Table
منطقۂ معتدلہ	Temperate zone
تپش	Temperature
تناؤ	Tension
امتحانی نلی	Test tube
نظریہ	Theory
حرارہ	Therm
موصلیتِ حرارت	Thermal conductivity
تپش پیما	Thermometer

انگریزی	اردو
Thimble	انگشتانہ
Thread of mercury	پارے کا ڈورا
Three dimensions	ابعادِ ثلاثہ
Time	وقت
Tin	قلعی
Torrid zone	منطقۂ حارہ
Trade winds	تجارتی ہوائیں
Transformation	استحالہ
Transmission of heat	انتقالِ حرارت
Tripod stand	تپائی
Tropic of cancer	خطِ سرطان
Tropic of capricorn	خطِ جدی
Tube	نلی
Turpentine	تارپین

U

Unglazed earthenware	مٹی کا غیر مجلا برتن
Unit	اِکائی

اُردو	انگریزی
لانمانلی	U-tube

V

خلا	Vacuum
تبخیر	Vaporisation
بخار کا دباؤ	Vapour pressure
بخار	Vapour
رفتار	Velocity
ترویح	Ventilation
طیّار	Volatile
حجم	Volume

W

پن جنتر	Water-bath
آبِ مساوی (حرارہ پیما کا)	Water equivalent (of a calorimeter)
موج	Wave

اُردو		انگریزی
موم	.. ..	Wax

Y

زرد زُہرین ...	..	Yellow phosphorus

Z

صفر	... .	Zero
جست	... .. .	Zinc

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
فہرست مضامین			
۷	کالم اول	۱۴۱	۲۴۱
کتاب			
۱۲	۱۴	تا بے	تا نبے
۱۶	۱	یک	ایک
۳۲	۱۶	بناء برین	بناء بریں
۳۳	۴	اکر	اگر
۳۸	۱۲	حرارت پیما	تپش پیما
۴۰	۱۵	۳۲	۳۲°
۴۳	۱۲	بناتا	بتاتا
۶۲	۱۳	ذکر	ذکر
۸۱	۱۴	تمش	تپش
۸۶	۶	اس کے سے	اس سے
۸۸	۱۹	ث	ث
۹۵	۷	گیسین	گیسیں
۱۰۵	۱۲	+	+
۱۴۱	۱۴	ہیں ذیل	ہیں- ذیل
۱۴۲	۹	س	اُس
۱۴۳	۸	وزن	وزن
۱۴۴	۱۵	ف ن	ف ن
۱۴۷	۲۰	مین	میں

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۱۵۴	۱۹	تناو	تناؤ
۱۶۰	۱۵	ہے-	ہے
۱۷۹	۱۱	لے	لئے
"	۱۲	جوش	جوشؔ
۱۸۸	۱۶	پانی غول	پانی، غول
۱۸۹	۸	نہیں	نہیں-
۱۹۶	۱۰	کا ہوا	کا، ہوا
"	۱۴	وقت	دقّت
۲۰۳	۲۱	۶۷، ۱۲	۶۷ و ۱۲
۲۱۰	۳	ہوا ایتھر	ہوا، ایتھر
۲۱۵	۱۳	سورج	سُورج
۲۱۸	۲	ہوا اِشعاع	ہوا، اِشعاع
۲۱۹	۲	تشخیض	تشخیص
۲۲۲	۱۴	باوختہ	بالوختہ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۲۳۵	۱۶	یانچ	پانچ
۲۴۵	۹	مایع بخار	مایع، بخار
۲۵۲	۱	د۲	د۳
"	۱۷	گھولتا	گھولتا
۲۵۳	۷	۱۲۰	۱۲۰
"	۹	پ	بھاپ
"	۱۲	ارو	ا ر ۰
۲۶۲	۱۵	پیئے	پیتے
۲۶۳	۱۲	ب	بَ
۲۹۳	۹	چلی	چمنی
۲۹۶	۲۰	حفیقت	حقیقت

فہرست اصلاحات

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
۳۴۰	۲	بارپہ سیماب	پارا سیماب

ترمیم شدہ اصطلاحات

مجلس اعلیٰ جامعہ نے تصفیہ کیا ہے کہ علمِ طبیعیات وکیمیا میں عناصر اور کیمیائی مرکبات کے اسماء وُہی رہیں جو انگریزی میں استعمال کئے جاتے ہیں۔ لہذا ناظرین "حرارت" کے متن اور فہرستِ اِصطلاحات میں مفصلہ ذیل مُصطلحات کی ترمیم فرمالیں۔

مروجہ اصطلاح	اُردو اصطلاح	انگریزی اصطلاح
الیومینیم	زاجیہ	Aluminium
اینٹیمنی	کُحلیہ	Antimony
آرسینک	زرنیخین	Arsenic
برومین	عِفنین	Bromine
کاربن بائی سلفائیڈ	کجلین دوکبرید	Carbon bisulphate
کاربن ڈائی آکسائیڈ	کجلین دوائید	Carbon dioxide

مروجہ اصطلاح	اُردو اصطلاح	انگریزی اصطلاح
ہائی ڈروکلورک ایسڈ	حم بسنریدہ تُرشہ (نمک کا تیزاب)	Hydrochloric acid
ہائیڈروجن	حمضین	Hydrogen
مغنیسیم	مغنیسیہ	Magnesium
نِکل	نِکلیہ	Nickle
نائیٹرک ایسڈ	ماشوریدہ تُرشہ (شورہ کا تیزاب)	Nitric acid
نائیٹروجن	شورین	Nitrogen
آکسیجن	مائین	Oxygen
فاسفورس	زُہرین	Phosphorus
پلاٹینم	نُقریہ	Platinum
پوٹاسیم	قلویہ	Potassium
سوڈیم	نطرونیہ	Sodium
سلفورک ایسڈ	ماکبریدہ تُرشہ (گندک کا تیزاب)	Sulphuric acid